

Historic, Archive Document

Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

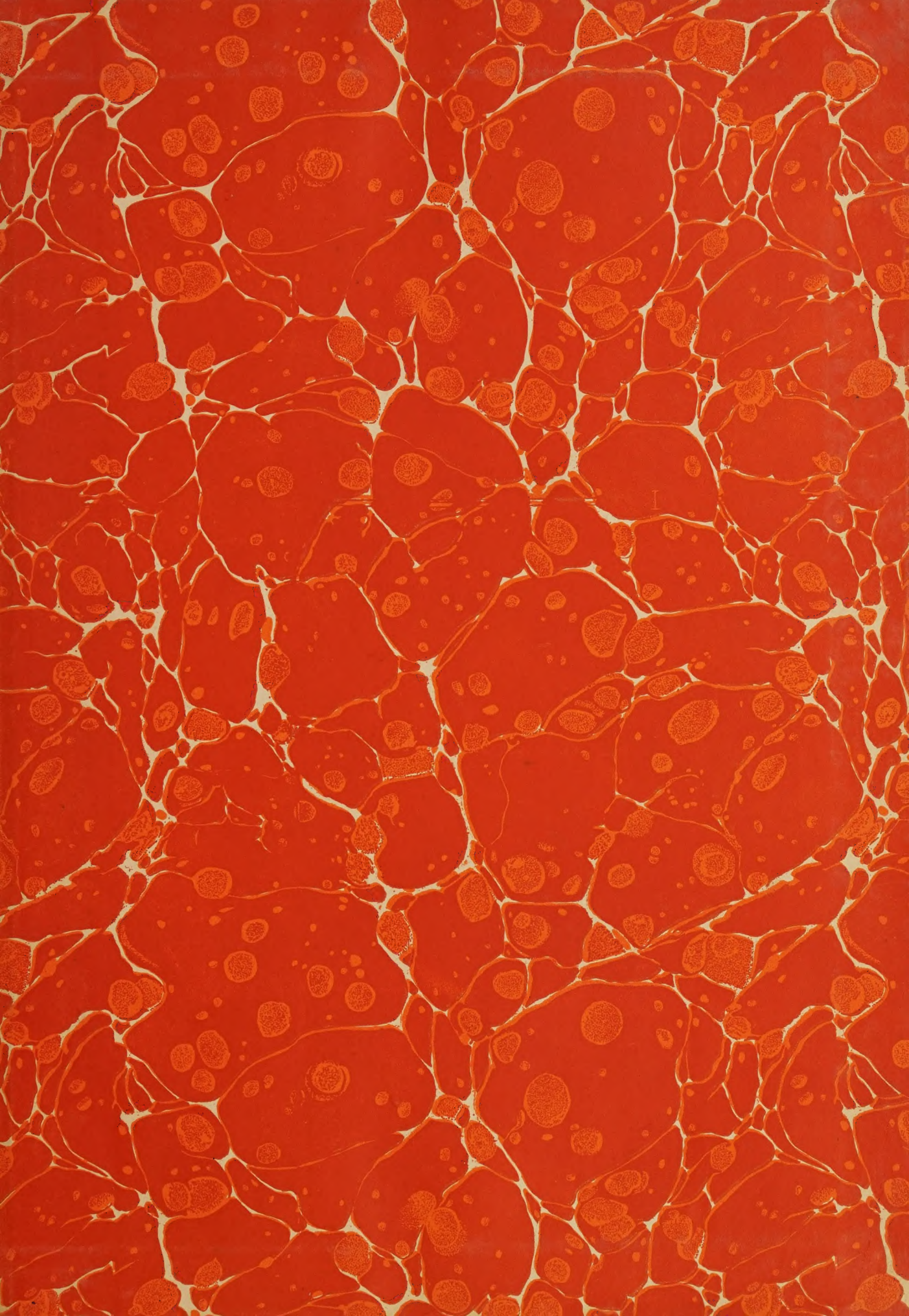
LIBRARY
OF THE
UNITED STATES
DEPARTMENT OF AGRICULTURE

Class 474

Book N213

8-1577

v. 4, 1916



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte
der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben

VON

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang 1916



BERLIN
Verlag von Julius Springer
1916

Originalaufsätze und Berichte.

Allgemeines.

- Auerbach, Felix, Ernst Machs Lebenswerk. S. 177.
 Ehrenberg, Richard, Werner Siemens und seine Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. S. 823.
 Erdmann, Benno, Leibniz in seiner Stellung zur Mathematik und Naturwissenschaft. S. 673.
 Kronenberg, M., Eine idealistische Lebensanschauung auf naturwissenschaftlicher Grundlage. S. 474.
 Tobler, Fr., Wege und Abwege naturwissenschaftlicher Volksbücher. S. 143.

Biologisches.

Allgemeine Biologie.

- Blumenthal, Ferdinand, Betrachtungen über Entstehung und Fortentwicklung von Krebszellen. A. Parasiten als Krebserreger. S. 424. — B. Der Kampf der Krebszellen mit den Geweben. S. 510.
 Buttel-Reepen, H. v., Sind die Bienen wirklich farbenblind? S. 289.
 Correns, C., Individuen und Individualstoffe. S. 183, 193, 210.
 Ebstein, Erich, Zur Polydaktylie in einem südarabischen Herrschergeschlecht. S. 603.
 Eddinger, Ludwig, Über die Regeneration durchschnittener Nerven. S. 226.
 Heß, C. v., Messende Untersuchung des Lichtsinnes bei Stachelhäutern. S. 574.
 Lehmann, Ernst, Über die sogenannten Bakterienmutationen. S. 547.
 Riebesell, P., Die mathematische Behandlung der Ernährungsfragen. S. 439.
 Sachs, Hans, Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die biologischen Naturwissenschaften. S. 137, 149.
 Schulz, Hugo, Experimentelle Beiträge zu Rudolf Arndts „biologischem Grundgesetz“. S. 675.
 Vries, Hugo de, Die Grundlagen der Mutationstheorie. S. 593.

Botanik.

- Ehrenberg, Paul, Reizdüngemittel und ihre Bedeutung. S. 345.
 Haberlandt, G., Leguminosenblätter als Nahrungsmittel. S. 361.
 Heinze, B., Die Entwicklung der Sojabohne oder Kaffeebohne (*Soja hispida* Mönch) und ihre Verwendung. S. 478.
 — Die Entwicklung der Wolfsbohnen (Lupinen) auf leichten und schweren Böden. S. 731.
 Herr, O., Bericht über die VII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. S. 46, 64.
 Lehmann, Ernst, Über die sogenannten Bakterienmutationen. S. 547.
 Neger, F. W., Die Botanische Diagnostik der Rauchsäden im Wald. S. 85.
 — Zur Methodik der (pflanzen-)physiologischen Versuchsanstellung. S. 325.
 Rübel, Eduard, Carl Schröter. S. 18.
 Schiller, J., Ein Novum unter den Algen. S. 78.
 — Der derzeitige Stand unserer Kenntnis der Coccolithophoriden. S. 277.
 Stark, P., Die Berührungsempfindlichkeit der Pflanzen. S. 443, 464.

Zoologie und Anthropologie.

- Abel, O., Die Dinosaurier und Ornithischier Nordamerikas. S. 469, 494.
 — Über neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte. S. 725.
 Arldt, Th., Neuere Arbeiten über die Dinosaurier. S. 146.
 Baltzer, F., Theodor Boveri †. S. 69.
 Christeller, Erwin, Die Mißbildungen der Schmetterlinge und Versuche zu ihrer künstlichen Erzeugung. S. 696.
 Ebstein, Erich, Zur Polydaktylie in einem südarabischen Herrschergeschlecht. S. 603.
 Frickhinger, Hans Walter, Über den gegenwärtigen Stand der Seidenbaubewegung in Deutschland. S. 832, 841.
 Gerhartz, H., Der aufrechte Gang des Menschen. S. 581, 598, 613.

- Hennig, Edw., Paläontologie und Entwicklungslehre. S. 514.
 Herr, O., Bericht über die VII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. S. 46, 64.
 Heß, C. v., Messende Untersuchung des Lichtsinnes bei Stachelhäutern. S. 574.
 Hesse, Richard, Die Sehorgane am Mantelrande der Kammuscheln. S. 239.
 Jentsch, Ernst, Die neue Phrenologie. S. 382.
 Koch, Albert, Moderne Probleme der Tierphysiologie. S. 101, 109.
 — Der mutmaßliche Erreger des Fleckfiebers. S. 417.
 Krumbach, Thilo, Deutsch-Südwestafrika im Lichte biogeographisch-historischer Forschung. S. 372.
 Kükenthal, W., Die geographische Verbreitung mariner Bodentiere. S. 657.
 Kuhlmann, W. †, Der Bohraparat des Bohrwurms *Teredo navalis*. S. 710.
 Lindner, Fr., Die ornithologische Bedeutung Hiddensös. S. 205.
 Semon, Richard, K. Toldts Untersuchungen vorgeschrittener Entwicklungsstadien von Säugetieren. S. 287.
 Stellwaag, F., Wie steuern die Insekten im Flug? S. 256, 270.

Medizin.

- Blumenthal, Ferdinand, Betrachtungen über Entstehung und Fortentwicklung von Krebszellen. A. Parasiten als Krebserreger S. 424. — B. Der Kampf der Krebszellen mit den Geweben. S. 510.
 Bruck, Carl, Albert Neisser †. S. 609.
 Edinger, Ludwig, Über die Regeneration durchschnittener Nerven. S. 226.
 Erggelet, H., Wie kann man schwachsichtig gewordenen Patienten (Soldaten) das Lesen wieder ermöglichen? S. 105.
 Grotjahn, A., Die sozialen Aufgaben der Säuglingsfürsorge. S. 240.
 Henker, O., Das große Gullstrandsche Ophthalmoskop, ein Instrument zur reflexlosen Untersuchung des Augenhintergrundes. S. 433.
 Jentsch, Ernst, Zur Geschichte der Entdeckung Julius Robert Mayers. S. 90.
 Karrer, P., Neuere Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution und Wirkung. S. 562.
 Koch, A., Der mutmaßliche Erreger des Fleckfiebers. S. 417.
 Levinsohn, G., Die Entstehung der Kurzsichtigkeit. S. 645.
 Mayer, Martin, Die Ergebnisse der experimentellen Flecktyphusforschung. S. 557.
 Orth, J., Die Bedeutung der Rindertuberkulose für den Menschen. S. 121.
 Pütter, A., Die Anstrengung beim Marsch und beim Bergsteigen. S. 253.
 Rohr, M. v., Das Kystoskop. S. 249.
 — Die ersten fünfzig Jahre des Handbuchs der physiologischen Optik. S. 746.
 Sachs, Hans, Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die biologischen Naturwissenschaften. S. 137, 149.
 Schiötz, H. J., Die Messung des intraokulären Drucks. S. 680.
 Spielmeyer, W., A. Alzheimer †. S. 57.
 Trömmner, E., Krieg und Nervensystem. S. 41, 59.
 Völtz, Wilhelm, Über die Verwertung der Hefe als Nährmittel für Mensch und Tier. S. 705.
 Wolff, Hugo, Zur zentrischen reflexlosen Ophthalmoskopie (Zuschr.). S. 521, 567.
 Ziegler, Kurt, Über Blutarmut und ihre ursächlichen Beziehungen. S. 316, 329.

Nichtbiologisches.

Astronomie.

- Klumak, Robert, Über die Bewegungsgesetze des Sternennalls und die Wege zu ihrer Erforschung. S. 457.
 Sommerfeld, A., Karl Schwarzschild †. S. 453.
 Timerding, H. E., Die Ortsbestimmung auf See. S. 29.

Geographie und Meteorologie.

- Baschin, O., Stefánssons Landentdeckungen im nordamerikanischen arktischen Archipel. S. 154.
 Eckardt, Wilhelm, Über die Fortschritte in der Kenntnis vom Wesen und Klima der diluvialen Eiszeit. S. 498.
 Fischer, Karl, Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Veröffentlichungen. S. 261, 309, 397.

- Krumbach, Thilo, Deutsch-Südwestafrika im Lichte biogeographisch-historischer Forschung. S. 372.
 Lindner, Fr., Die ornithologische Bedeutung Hiddensös. S. 205.
 Nußbaum, F., Ein neues Lehrbuch der Morphologie. S. 532.
 Schmidt, Wilhelm, Eine mögliche Erklärung für die scheinbare Flachheit des Himmels-
 gewölbes. S. 632.
 Timerding, H. E., Die Ortsbestimmung auf See. S. 29.

Geologie und Mineralogie.

- Abel, O., Die Dinosaurier und Ornithischier Nordamerikas. S. 469, 494.
 — Über neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte. S. 725.
 Arldt, Th., Neuere Arbeiten über die Dinosaurier. S. 146.
 Aulmann, Georg, Magmatische Ausscheidungen von gediegenen Metallen. S. 844.
 Fischer, Karl, Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Ver-
 öffentlichungen. S. 261, 309, 397.
 Hennig, Edw., Paläontologie und Entwicklungslehre. S. 514.
 Henning, Karl L., Neuere Forschungen über die Vorgänge im Innern der Erde. S. 743.
 Herr, O., Bericht über die VII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. S. 46, 64.
 Niggli, Paul, Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde.
 S. 641, 663, 683.
 Nußbaum, F., Ein neues Lehrbuch der Morphologie. S. 532.
 Rinne, F., Zur ältesten und zur neuesten Kristallographie. S. 221, 233.

Physik.

- Aßmann, Richard, Werner v. Siemens' Arbeiten auf dem Gebiete der Kosmischen Physik.
 S. 783.
 Auerbach, Felix, Ernst Machs Lebenswerk. S. 177.
 Dieterici, C., Über das Leuchten der Flamme. S. 777.
 Einstein, A., Elementare Theorie der Wasserwellen und des Fluges. S. 509.
 Erggelet, H., Wie kann man schwachsichtig gewordenen Patienten (Soldaten) das Lesen
 wieder ermöglichen? S. 105.
 Fajans, K., Henry G. J. Moseley †. S. 381.
 Freundlich, Erwin, Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. S. 363, 386.
 Gehrecke, E., Atommodelle und Serienspektren. S. 586.
 Henker, O., Das große Gullstrandsche Ophthalmoskop, ein Instrument zur reflexlosen Unter-
 suchung des Augenhintergrundes. S. 433.
 Jentsch, Ernst, Zur Geschichte der Entdeckung Julius Robert Mayers. S. 90.
 Kármán, Th. v., Das Gedächtnis der Materie. S. 489.
 Korn, Arthur, Über die Entwicklung der Bildtelegraphie in den letzten zehn Jahren. S. 689.
 Lilienthal, Gustav, Die Flugleistung der Vögel und der Segelflug. S. 713.
 Meyer, Alfred R., Über das sogenannte mechanische Äquivalent des Lichtes und den schwarzen
 Körper als Lichtquelle bei verschiedenen Temperaturen. S. 333.
 Mie, Gustav, Werner Siemens als Physiker. S. 771.
 Richarz, F., Nachweis der magnetischen Wirkung der Verschiebungsströme in ruhenden
 Dielektrici. S. 741.
 Riebesell, P., Die Beweise für die Relativitätstheorie. S. 97.
 Rohr, M. v., Das Kystoskop. S. 249.
 — Zur Geschichte des optischen Glases. S. 323.
 — Zur Erinnerung an Carl Zeiß, geboren am 11. September 1816. S. 541.
 — Die ersten fünfzig Jahre des Handbuchs der physiologischen Optik. S. 746.
 Scheel, Karl, Normalthermometrie. S. 165.
 — Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1915. S. 569.
 Schiötz, Hj., Die Messung des intraokulären Drucks. S. 680.
 Siemens, W. v., Werner Siemens und sein Wirkungsfeld. S. 759.
 Sommerfeld, A., Die neueren Fortschritte in der Physik der Röntgenstrahlung. S. 1, 13.
 — Karl Schwarzschild †. S. 453.
 Warburg, E., Werner Siemens und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. S. 793.

Chemie und physikalische Chemie.

- Ehrenberg, Paul, Reizdüngemittel und ihre Bedeutung. S. 345.
 Emich, F., Über mikrochemische Arbeitsmethoden. S. 625.
 Fahrion, W., Fetthärtung. S. 283, 291.
 Fajans, K., Henry G. J. Moseley †. S. 381.
 Gehrcke, E., Atommodelle und Serienspektren. S. 586.
 Karrer, P., Neuere Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution und Wirkung. S. 562.
 Meyer, R. J., Das Altbackenwerden der Brotkrume vom physiologisch-chemischen Standpunkt betrachtet. S. 403.
 Niggli, Paul, Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde. S. 641, 663, 683.
 Pooth, Peter, Neuzeitliche Anschauungen auf dem Gebiete der Gerberei. S. 419.
 Rüst, Ernst, Diffusion von Metallen in festem Zustande. S. 265.
 Völtz, Wilhelm, Über die Verwertung der Hefe als Nahrungsmittel für Mensch und Tier. S. 705.

Physikalische und chemische Technik.

- Fahrion, W., Fetthärtung. S. 283, 291.
 Görges, H., Werner Siemens' Verdienste um die Starkstromtechnik. S. 797.
 Harries, C., Werner Siemens und seine Stellung in der Chemie. S. 788.
 Hencky, K., Der Föttingersche Transformator und seine Bedeutung für den Schiffbau. S. 525.
 Jakob, Max, Werner Siemens' Tätigkeit auf mechanisch-technischem und wärmetechnischem Gebiete. S. 812.
 Korn, Arthur, Über die Entwicklung der Bildtelegraphie in den letzten zehn Jahren. S. 689.
 — Werner v. Siemens' Arbeiten über das Selen. S. 778.
 Lilienthal, Gustav, Die Flugleistung der Vögel und der Segelflug. S. 713.
 Pooth, Peter, Neuzeitliche Anschauungen auf dem Gebiete der Gerberei. S. 419.
 Rohr, M. v., Zur Erinnerung an Carl Zeiß, geboren am 11. September 1816. S. 541.
 Roßbach, W., Die Wirkungsweise und das Anwendungsgebiet der Kreiselumpen. S. 73.
 Rotth, August, Werner v. Siemens als Soldat und Kriegstechniker. S. 817.
 Rüst, Ernst, Diffusion von Metallen in festem Zustande. S. 265.
 Scheel, Karl, Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1915. S. 569.
 Siemens, W. v., Werner Siemens und sein Wirkungsfeld. S. 759.
 Strecker, K., Werner Siemens' Verdienste um die Entwicklung der Telegraphie und Telephonie. S. 803.
 Warburg, E., Werner Siemens und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. S. 793.
 Wieselsberger, C., Über einige Erfahrungen und Beobachtungen im Flugzeug. S. 829.
 Würschmidt, J., Die Bodenschaufel einst und jetzt (Zuschr.). S. 114.
 Die Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau (Berlin, Schleuseninsel). S. 8.

Besprechungen.**Allgemeines.**

- Auerbach, Felix, Das Zeißwerk und die Carl-Zeiß-Stiftung in Jena, ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung (Walter Stahlberg). S. 115.
 Wien, W., Die neuere Entwicklung unserer Universitäten und ihre Stellung im deutschen Geistesleben (O. Külpe). S. 50.

Biologisches.**Allgemeine Biologie.**

- Buchner, Paul, Praktikum der Zellenlehre (P. Mayer). S. 172.
 Fließ, Wilh., Vom Leben und vom Tod (E. Küster). S. 835.
 Hinneberg, Paul (Hrsg.), Die Kultur der Gegenwart. Allgemeine Biologie (P. Mayer). S. 11.
 Kammerer, P., Allgemeine Biologie (J. Schaxel). S. 667.
 Lipschütz, A., Allgemeine Physiologie des Todes (Albert Koch). S. 242.
 Maday, Stefan von, Gibt es denkende Tiere? (A. Pütter). S. 296.
 Nußbaum, M., G. Karsten und M. Weber, Lehrbuch der Biologie für Hochschulen (A. Pütter). S. 297.
 Schaxel, Julius, Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen (P. Mayer). S. 170.
 — Über den Mechanismus der Vererbung (Erwin Hirsch). S. 847.
 Steinmann, P., Praktikum der Süßwasserbiologie (P. Mayer). S. 12.
 Stoklasa, Julius, und Alois Matousek, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe (A. Pütter). S. 847.
 Tschermak, A. von, Allgemeine Physiologie (Leon Asher). S. 749.

Botanik.

- Coulter, John Merle, Evolution of sex in plants (J. Buder). S. 22.
- Hager, P. K., Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal, Kanton Graubünden (Eduard Rübel). S. 718.
- Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns (L. Diels). S. 68.
- Heß, R., Der Forstschutz (F. W. Neger). S. 637.
- Hoering, Paul, Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation (Asmus Jabs). S. 156.
- Kerner von Marilaun, Anton, Pflanzenleben (Ernst G. Pringsheim). S. 718.
- Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie (F. W. Neger). S. 243.
- Landsberg, Bernhard, Streifzüge durch Wald und Flur (Thilo Krumbach). S. 719.
- Ortlepp, Karl, Monographie der Füllungserscheinungen bei Tulpenblüten (E. Küster). S. 244.
- Pfeffer, W., Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen (H. Kniep). S. 352.
- Stoklasa, Julius, und Alois Matousek, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe (A. Pütter). S. 847.
- Svedelius, N., Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei *Nitophyllum punctatum* (J. Schiller). S. 68.
- Wünsche, O., Die Pflanzen Deutschlands, eine Anleitung zu ihrer Kenntnis (E. Ulbrich). S. 592.

Medizin.

- Röhmnn, F., Über künstliche Ernährung und Vitamine (L. Lichtwitz). S. 668.
- Schumburg, Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung (A. Blaschko). S. 68.
- Sikora, Hilda, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der Kleiderlaus [*Pediculus vestimenti* Nitzsch] (Albrecht Hase). S. 836.
- Tschermak, A. von, Allgemeine Physiologie (Leon Asher). S. 749.

Zoologie und Anthropologie.

- Abel, O., Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten (H. Joseph). S. 747.
- Brehm, Alfred, Die Lurche und Kriechtiere (F. von Wagner). S. 353.
- Doflein, Franz, Der Ameisenlöwe (R. Heymons). S. 634.
- Hertwig, R., Lehrbuch der Zoologie (W. Kükenthal). S. 848.
- Heß, R., Der Forstschutz (F. W. Neger). S. 637.
- Küpfer, Max, Die Sehorgane am Mantelrande der Pectenarten (Richard Hesse). S. 239.
- Landsberg, Bernhard, Streifzüge durch Wald und Flur (Thilo Krumbach). S. 719.
- Linden, Gräfin von, Parasitismus im Tierreich (Martin Mayer). S. 468.
- Matthew, W. D., Dinosauria (O. Abel). S. 469, 494.
- Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas (Thilo Krumbach). S. 67, 519.
- Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süßwasserfauna Deutsch-Südwestafrikas (Thilo Krumbach). S. 372, 518.
- Pfaundler, M., Körpermaßstudien an Kindern (H. Friedenthal). S. 354.

- Sikora, Hilda, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der Kleiderlaus [*Pediculus vestimenti* Nitzsch] (Albrecht Hase). S. 836.

Nichtbiologisches.**Astronomie.**

- Brunner, W., Dreht sich die Erde? (E. Freundlich). S. 21.
- Miethe, A., B. Seegert und F. Weidert, Die totale Sonnenfinsternis vom 21. August 1914 (Otto Knopf). S. 577.

Chemie und physikalische Chemie.

- Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie (J. Uhlig). S. 432.
- Euler, Hans, und Paul Lindner, Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung (H. Pringsheim). S. 337.
- Hägglund, Erik, Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol (H. Pringsheim). S. 339.
- Herz, W., Grundzüge der Geschichte der Chemie, Richtlinien einer Entwicklungsgeschichte der allgemeinen Ansichten in der Chemie (R. J. Meyer). S. 619.
- Hjelt, Edv., Geschichte der organischen Chemie von ältester Zeit bis zur Gegenwart (Paul Jacobson). S. 336.
- Höber, R., Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe (P. Rona). S. 394.
- Jänecke, Ernst, Die Entstehung der deutschen Kalisalzlagern (H. E. Boeke). S. 157.
- Jellinek, Karl, Lehrbuch der physikalischen Chemie (Alfred Coehn). S. 198.
- Klut, Hartwig, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle (J. Tillmans). S. 579.
- Liebreich, Erik, Rost und Rostschutz (R. J. Meyer). S. 20.
- Meyer, Hans, Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen (W. Schlenk). S. 392.
- Ostwald, Wolfgang, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen (Werner Mecklenburg). S. 200.
- Sabatier, Paul, Die Katalyse in der organischen Chemie (H. v. Halban). S. 394.
- Sheppard, S. E., Lehrbuch der Photochemie (Alfred Coehn). S. 619.
- Siegfried, M., Über partielle Eiweißhydrolyse (H. Pringsheim). S. 849.
- Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie (Alfred Coehn). S. 392.
- Svedberg, The, Die Materie (H. v. Halban). S. 393.
- Tillmans, J., Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser (H. Klut). S. 578.
- Urbain, G., und A. Sénéchal, Introduction à la chimie des complexes (H. v. Halban). S. 393.

Geographie.

- Bauer, L. A., und J. A. Fleming, Land Magnetic Observations 1911—1913 (A. Nippoldt). S. 124.
- Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie. II. Morphologie (F. Nußbaum). S. 532.
- Kende, Handbuch der geographischen Wissenschaft. S. 551.
- Levin, Emil, Zur Klimatologie und Hydrologie des Peenegebiets (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.
- Ule, Willi, Grundriß der Allgemeinen Erdkunde (O. Baschin). S. 432.
- Wegener, A., Die Entstehung der Kontinente und Ozeane (M. P. Rudzki). S. 22.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.

Geologie und Mineralogie.

- Abel, O., Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten (H. Joseph). S. 747.
 Beckenkamp, J., Statische und kinetische Kristalltheorien (H. E. Boeke). S. 300.
 Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie. II. Morphologie (F. Nußbaum). S. 532.
 Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie (J. Uhlig). S. 432.
 — Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasiens (M. Goldschlag). S. 551.
 — Die Farbe der Mineralien, insbesondere der Edelsteine (H. E. Boeke). S. 620.
 Hoering, Paul, Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation (Asmus Jabs). S. 156.
 Jänecke, Ernst, Die Entstehung der deutschen Kalisalzlager (H. E. Boeke). S. 157.
 Levin, Emil, Zur Klimatologie und Hydrologie des Peenegebietes (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.
 Liesegang, R. E., Die Achate (H. E. Boeke). S. 126.
 Matthew, W. D., Dinosaurs (O. Abel). S. 469, 494.
 Tornquist, A., Geologie (J. Wanner). S. 431.
 Tschermak, G., Lehrbuch der Mineralogie (W. Eitel). S. 125.
 Ule, Willi, Grundriß der Allgemeinen Erdkunde (O. Baschin). S. 432.
 Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.

Mathematik.

- Timerding, H. E., Die Analyse des Zufalls (F. Reiche). S. 49.

Meteorologie.

- Levin, Emil, Zur Klimatologie und Hydrologie des Peenegebietes (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.
 Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.

Philosophie.

- Külpe, Oswald, Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland (M. Kronenberg). S. 606.
 Ziehen, Th., Die Grundlagen der Psychologie (v. Aster). S. 604.

Physik.

- Auerbach, Felix, Das Zeißwerk und die Carl-Zeiß-Stiftung in Jena, ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung (Walter Stahlberg). S. 115.
 Barkhausen, Hilde, Auszüge aus James Clerk Maxwells Elektrizität und Magnetismus (Max B. Weinstein). S. 481.
 Bauer, L. A., und J. A. Fleming, Land Magnetic Observations 1911—1913 (A. Nippoldt). S. 124.

- Einstein, A., Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie (Selbstanzeige). S. 481.
 Glatzel, Bruno, Elektrische Methoden der Momentphotographie (R. Ladenburg). S. 299.
 Henning, F., Die Grundlagen, Methoden und Ergebnisse der Temperaturmessung (K. Scheel). S. 127.
 Kayser, H., Lehrbuch der Physik für Studierende (A. Berliner). S. 651.
 Lorentz, H. A., Les théories statistiques en thermodynamique (A. Einstein). S. 480.
 Martens, E. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik (H. Diesselhorst). S. 592.
 Marx, Erich, Handbuch der Radiologie (Edgar Meyer). S. 297.
 Müller, O., Einiges über Beobachtungsfehler beim Abschätzen der Teilungen geodätischer Instrumente (F. Göpel). S. 481.
 Planck, M., Eight lectures on theoretical physics, delivered at Columbia University in 1909 (F. Reiche). S. 650.
 Poske, F., Didaktik des physikalischen Unterrichts (F. A. Schulze). S. 116.
 Svedberg, The, Die Materie (H. v. Halban). S. 393.
 Volterra, Drei Vorlesungen über neuere Fortschritte der mathematischen Physik (Th. v. Kármán). S. 489.
 Weber, R. H., und R. Gans, Repertorium der Physik (F. Reiche). S. 651.

Physikalische und chemische Technik.

- Glatzel, Bruno, Elektrische Methoden der Momentphotographie (R. Ladenburg). S. 299.
 Hoering, Paul, Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation (Asmus Jabs). S. 156.
 Klut, Hartwig, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle (J. Tillmans). S. 579.
 Levin, Emil, Zur Klimatologie und Hydrologie des Peenegebietes (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.
 Liebreich, Erik, Rost und Rostschutz (R. J. Meyer). S. 20.
 Martens, E. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik (H. Diesselhorst). S. 592.
 Matschoß, Conrad (Hrsg.), Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie (K. Hencky). S. 408.
 Michels, W., und C. Przibylla, Die Kalirohsalze, ihre Gewinnung und Verarbeitung (K. Kubierschky). S. 618.
 Riedler, A., Emil Rathenau und das Werden der Großindustrie (A. Berliner). S. 734.
 Tillmans, J., Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser (H. Klut). S. 578.
 Wiedemann, E., Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur (F. Göpel). S. 410.
 Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.

Verzeichnis der Referenten.

- Abel, O.: Matthew, W. D., Dinosaurs (Originalartikel). S. 469, 494.
 Asher, Leon: Tschermak, A. von, Allgemeine Physiologie. S. 749.

- Aster, v.: Ziehen, Th., Die Grundlagen der Psychologie. S. 604.
 Baschin, O.: Ule, Willi, Grundriß der Allgemeinen Erdkunde. S. 432.

- Berliner, A.: Kayser, H., Lehrbuch der Physik für Studierende. S. 651.
- Riedler, A., Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft. S. 734.
- Blaschko, A.: Schumburg, Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. S. 68.
- Boeke, H. E.: Beckenkamp, J., Statische und kinetische Kristalltheorien. S. 300.
- Doelter, C., Die Farbe der Mineralien, insbesondere der Edelsteine. S. 620.
- Jänecke, Ernst, Die Entstehung der deutschen Kalisalzlager. S. 157.
- Liesegang, R. E., Die Achate. S. 126.
- Buder, J.: Coulter, John Merle, Evolution of sex in plants. S. 23.
- Coehn, Alfred: Jellinek, Karl, Lehrbuch der physikalischen Chemie. S. 198.
- Sheppard, S. E., Lehrbuch der Photochemie. S. 619.
- Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. S. 392.
- Diels, L.: Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. S. 68.
- Diesselhorst, H.: Martens, E. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik. S. 592.
- Einstein, A.: Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie (Selbstanzeige). S. 481.
- Lorentz, H. A., Les théories statistiques en thermodynamique. S. 480.
- Eitel, W.: Tschermak, G., Lehrbuch der Mineralogie. S. 125.
- Fischer, Karl: Lewin, Emil, Zur Klimatologie und Hydrologie des Peenegebietes (Originalartikel). S. 261, 309, 397.
- Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands (Originalartikel). S. 261, 309, 397.
- Freundlich, E.: Brunner, W., Dreht sich die Erde? S. 21.
- Friedenthal, H.: Pfaundler, M., Körpermaßstudien an Kindern. S. 354.
- Göpel, F.: Müller, O., Einiges über Beobachtungsfehler beim Abschätzen der Teilungen geodätischer Instrumente. S. 481.
- Wiedemann, E., Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur. S. 410.
- Goldschlag, M.: Doelter, C., Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasien. S. 551.
- Halban, H. v.: Sabatier, Paul, Die Katalyse in der organischen Chemie. S. 394.
- Svedberg, The, Die Materie. S. 393.
- Urbain, G., und A. Sénchal, Introduction à la chimie des complexes. S. 393.
- Hase, Albrecht: Sikora, Hilda, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der Kleiderlaus (*Pediculus vestimenti* Nitzsch). S. 836.
- Hencky, K.: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. S. 408.
- Hesse, Richard: Küper, Max, Die Sehorgane am Mantelrande der Pectenarten (Originalartikel). S. 239.
- Heymons, R.: Doflein, Franz, Der Ameisenlöwe. S. 634.
- Hirsch, Erwin: Schaxel, J., Über den Mechanismus der Vererbung. S. 847.
- Jabs, Asmus: Hoering, Paul, Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation. S. 156.
- Jacobsohn, Paul: Hjelt, Edv., Geschichte der organischen Chemie von ältester Zeit bis zur Gegenwart. S. 336.
- Joseph, H.: Abel, O., Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten. S. 747.
- Kármán, Th. v.: Volterra, Drei Vorlesungen über neuere Fortschritte der mathematischen Physik (Originalartikel). S. 489.
- Klut, H.: Tillmans, J., Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. S. 578.
- Kniep, H.: Pfeffer, W., Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. S. 352.
- Knopf, Otto: Miethe, A., B. Seegert und F. Weidert, Die totale Sonnenfinsternis vom 21. August 1914. S. 577.
- Koch, Albert: Lipschütz, A., Allgemeine Physiologie des Todes. S. 242.
- Kronenberg, M.: Külpe, Oswald, Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. S. 606.
- Krumbach, Thilo: Braun, Max, Zoologische Annalen. S. 80, 484.
- Landsberg, Bernhard, Streifzüge durch Wald und Flur. S. 719.
- Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas. S. 67, 519.
- Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süßwasserfauna Deutsch-Südwestafrikas. S. 372, 518.
- Kubierschky, K.: Michels, W., und C. Przibylla, Die Kalirohsalze, ihre Gewinnung und Verarbeitung. S. 618.
- Kükenthal, W.: Hertwig, R., Lehrbuch der Zoologie. S. 848.
- Külpe, O. †: Wien, W., Die neuere Entwicklung unserer Universitäten und ihre Stellung im deutschen Geistesleben. S. 50.
- Küster, E.: Fließ, Wilh., Vom Leben und vom Tod. S. 835.
- Ortlepp, Karl, Monographie der Füllungserscheinungen bei Tulpenblüten. S. 244.
- Ladenburg, R.: Glatzel, Bruno, Elektrische Methoden der Momentphotographie. S. 299.
- Lichtwitz, L.: Röhm, F., Über künstliche Ernährung und Vitamine. S. 668.
- Mayer, Martin: Buchner, Paul, Praktikum der Zellenlehre. S. 172.
- Hinneberg, Paul, Die Kultur der Gegenwart. Allgemeine Biologie. S. 11.
- Linden, Gräfin von, Parasitismus im Tierreich. S. 468.
- Schaxel, Julius, Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen. S. 170.
- Steinmann, P., Praktikum der Süßwasserbiologie. S. 12.
- Mecklenburg, Werner: Ostwald, Wolfgang, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. S. 200.
- Meyer, Edgar: Marx, Erich, Handbuch der Radiologie. S. 297.
- R. J.: Herz, W., Grundzüge der Geschichte der Chemie, Richtlinien einer Entwicklungsgeschichte der allgemeinen Ansichten in der Chemie. S. 619.
- Liebreich, Erik, Rost und Rostschutz. S. 20.
- Neger, F. W.: Heß, R., Der Forstschutz. S. 637.
- Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. S. 243.
- Nippoldt, A.: Bauer, L. A., und J. A. Fleming, Land Magnetic Observations 1911—1913. S. 124.

- Nußbaum, F.: Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie. II. Morphologie (Originalartikel). S. 532.
- Pringsheim, Ernst G.: Kerner von Marilaun, Anton, Pflanzenleben. S. 718.
- H.: Euler, Hans, und Paul Linder, Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung. S. 337.
- Hägglund, Erik, Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol. S. 339.
- Siegfried, M., Über partielle Eiweißhydrolyse. S. 849.
- Pütter, A.: Máday, Stefan v., Gibt es denkende Tiere? S. 296.
- Nußbaum, M., G. Karsten und M. Weber, Lehrbuch der Biologie für Hochschulen. S. 297.
- Stoklasa, Julius, und Alois Matousek, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. S. 847.
- Reiche, F.: Planck, M., Eight lectures on theoretical physics, delivered at Columbia University in 1909. S. 650.
- Timerding, H. E., Die Analyse des Zufalls. S. 49.
- Weber, R. H., und R. Gans, Repertorium der Physik. S. 651.
- Rona, P.: Höber, R., Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. S. 394.
- Rudzki, M. P.: Wegener, A., Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. S. 22.
- Rübel, Eduard: Hager, P. K., Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal (Kanton Graubünden). S. 718.
- Schaxel, J.: Kammerer, P., Allgemeine Biologie. S. 667.
- Scheel, K.: Henning, F., Die Grundlagen, Methoden und Ergebnisse der Temperaturmessung. S. 127.
- Schiller, J.: Svedelius, N., Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei *Nitophyllum punctatum*. S. 68.
- Schlenk, W.: Meyer, Hans, Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen. S. 392.
- Schott, G.: University of California Publications in Zoology. S. 244.
- Schulze, F. A.: Poske, F., Didaktik des physikalischen Unterrichts. S. 116.
- Stahlberg, Walter: Auerbach, Felix, Das Zeißwerk und die Carl-Zeiß-Stiftung in Jena, ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung. S. 115.
- Steinhauff, A.: Kende, Handbuch der geographischen Wissenschaft. S. 552.
- Tillmans, J.: Klut, Hartwig, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. S. 579.
- Uhlig, J.: Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. S. 432.
- Ulbrich, E.: Wünsche, O., Die Pflanzen Deutschlands, eine Anleitung zu ihrer Kenntnis. S. 592.
- Wagner, F. v.: Brehm, Alfred, Die Lurche und Kriechtiere. S. 353.
- Wanner, J.: Tornquist, A., Geologie. S. 431.
- Weinstein, Max B.: Barkhausen, Hilde, Auszüge aus James Clerk Maxwells Elektrizität und Magnetismus. S. 481.

Kleine Mitteilungen.

- Abkühlung**, Die — eines erwärmten Körpers. S. 554.
- Acetylen, Die stufenweise katalytische Reduktion des —. S. 701.
- Agilität. S. 484.
- Albinismus, Über — und dessen Begleiterscheinungen. S. 24.
- in der Tierwelt. S. 24.
- Alkylamine, Lösungen von Metallen in flüssigem Ammoniak und —. S. 556.
- Allogonie, Bakterienmutationen, —, Klonumbildungen. S. 504.
- Allylnorcodein, N-, Über das — einen Antagonisten des Morphins. S. 701.
- Altern, Über das —. S. 202.
- Aluminiummetall, Vernicklung von —. S. 448.
- Ameisensäure, Über die katalytische Synthese der — unter Druck. S. 175.
- Ammoniak, Über die elektrochemische Oxydation des —. S. 176.
- flüssiges, Lösungen von Metallen in — und Alkylaminen. S. 556.
- Amphikline Bastarde. S. 670.
- Amplitude, Bestimmung der — von Schallwellen. S. 118.
- Anthropologische Gesellschaft, Bericht über die von der Wiener — in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. S. 375, 639.
- Meßmethode. S. 24.
- Aplodontias, Two new — from western north America. S. 637.
- Atomgewicht, Zusammenhang zwischen Spektrum und —. S. 174.
- Atomgewichtsbestimmung, Eine Methode zur relativen — der isotopen Elemente. S. 173.
- Atomvolumen, Dichte und — isotoper Bleie. S. 568.
- Auge, Die spektrale Empfindlichkeitskurve des —. S. 302.
- Bakterien**, Pflanzentumore erzeugende, Das Vorkommen von — im kranken Menschen. S. 188.
- Die Verwandlungsfähigkeit der —. S. 670.
- Normales Vorkommen von —. S. 36.
- Bakterienmutationen, Allogonie, Klonumbildungen. S. 504.
- Bandwurm, Fisch-, Lebenslauf eines —. S. 37.
- Bastarde, Über amphikline —. S. 670.
- Bdelloiden, Widerstand der das Moos bewohnenden — gegen die Trockenheit. S. 38.
- Beavers, The status of the — of western north America, with a consideration of the factors in their speciation. S. 637.
- Beton als Baustoff für Fundamente. S. 131.
- Bienen, Womit riechen die —? S. 358.
- Bierfabrikation, die Verwertung der Nebenprodukte bei der —. S. 304.
- Blattkrankheit, Über eine nach den Mendelschen Gesetzen vererbte — (Sordago) der *Mirabilis Jalapa*. S. 504.
- Bleie, isotope, Dichte und Atomvolumen —. S. 568.
- Blind, Künstlich gezüchtete Fische —. S. 36.
- Bohrapparat von Teredo. S. 851.

- Brennessel, Die — als Faserpflanze. S. 303.
 Briketts, Koks-. S. 839.
 Briketts für die Schifffahrt. S. 538.
 British Association, Die Physik auf der diesjährigen Tagung der —. S. 720.
 Calcium, Die Wirkung des — in einem Entladungsrohr. S. 702.
 Calcium, metallisches, Die Anwendung des — in der Gasanalyse. S. 838.
 Candidus, Petrus, Das Tierbuch des —. S. 80.
 Ceylon, Die endemischen Pflanzen von — und die mutierenden Oenotheren. S. 190.
 Chemotaxis, Die — der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. S. 188.
 Chinesin, Fuß der —. S. 158.
 Copepoden, Die Nahrung der —. S. 376.
 Crataegomespili von Bronvaux. S. 189.
 Cuscuta, schmarotzende, Über die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen —. S. 669.
 Dampferwege von Südafrika nach Ostindien. S. 215.
 Deltastrahlen von Zink. S. 175.
 Dextrine, kristallisierte, Über — aus Glykogen. S. 524.
 Dosimeter, Über — und Dosimetervergleiche. S. 340.
 Druckverschiebungen der Bogen- und Funkenlinien des Nickels. S. 553.
 Eier mit drei Dottern. S. 37.
 — Chemische und bakteriologische Untersuchungen über frische — und Handelseier. S. 377.
 Elastizitätsmodul, Das Verhalten des — bei höheren Temperaturen. S. 95.
 Elektrischer Funken, Schwingungsvorgänge im —. S. 96.
 Elektrolitische Zersetzung, Durch Farbanstriche des Eisens seine — zu verhindern. S. 448.
 Elektronen, Die Reflexion von —. S. 302.
 — freie. S. 175.
 — freie, in frisch gereinigtem Wasserstoff. S. 302.
 Element, konstantes galvanisches, Der Erfinder des —. S. 851.
 Emission, vollständige photoelektrische. S. 174.
 Emissionsspektrum, Im — des Natriumdampfes. S. 301.
 Empfindlichkeitskurve, spektrale, Die — des Auges. S. 302.
 Endemischer Kretinismus, Zur Ätiologie des — in Bayern, in Sachsen und in der Schweiz. S. 485.
 Entzündungsgeschwindigkeit, Über die — von Gemischen brennbarer Dämpfe und Luft. S. 120.
 Erdalbedo. S. 554.
 Erdsphäroid, Neue Werte über die Dimensionen des —. S. 25.
 Farbanstriche des Eisens, seine elektrolitische Zersetzung zu verhindern. S. 448.
 Faserliefernde Pflanze, Die Lupine oder Wolfsbohne als —. S. 302.
 Faserpflanze, Die Brennessel als —. S. 303.
 Feathers, A study of the structure of —, with reference to their taxonomic significance. S. 638.
 Fetthärtung, Die katalytische — mittels Nickeloxiden. S. 132.
 Fichtengespinstblattwespe, Auftreten der — im Roggenburger Forst. S. 849.
 Fichtenharz, Der Einfluß des Tannins und — auf den Stickstoffhaushalt des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. S. 723.
 Fischbandwurm, Lebenslauf eines —. S. 37.
 Fische, fliegende. Der Flugmechanismus der —. S. 376.
 — künstlich gezüchtete — blind. S. 36.
 Flagellaten, Studien über die rhizopodiale Entwicklung der —. S. 108.
 Flammen, kräftige gefärbte, Methode zur Erzeugung —. S. 556.
 Fliegende Fische, Der Flugmechanismus der —. S. 376.
 Fliegenplage, Zur — in Wohnungen und Lazaretten. S. 721.
 Flußsäure, Die technische Verwendung der — in den Vereinigten Staaten. S. 608.
 Foramen magnum, Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des — am Schädel der Primaten. S. 23.
 Frankreich, Ein kleiner Beitrag zur vor- resp. frühgeschichtlichen Zeit —. S. 640.
 Fresnelscher Spiegelversuch. S. 94.
 Fünfzig Jahre, Über den Mann von —. S. 203.
 Fuß der Chinesin. S. 159.
 Gallenfarbstoffe, Herkunft der —. S. 503.
 Gas, Holz-, Die Herstellung von — in der städtischen Gasanstalt Helsingfors. S. 839.
 — Steinkohlen-, Die Verwendung des — zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen. S. 851.
 Gasmische, brennbare, Die Zündgeschwindigkeit —. S. 131.
 Gasreaktionen, Über — unter höheren Drucken. S. 524.
 Gelbrand. S. 230.
 — Bau und Leben des —. S. 502.
 Genie, Über die Entstehung des —. S. 375.
 Geochemische Vorgänge, Einfluß des Sonnenlichtes auf —. S. 215.
 Geschlecht, Änderung des — bei Rädertieren. S. 360.
 — Willkürliche Änderung des — bei Rädertieren. S. 231.
 Geschütze, Einfluß der Luftverdünnung auf die Treffweite großer —. S. 447.
 Gesichtsskelet, Untersuchung des —. S. 160.
 Gewohnheiten, Bildung von —. S. 232.
 Glühlampen, Zur Photometrie der mit Gas gefüllten —. S. 852.
 Glüh- und Härteöfen mit Oberflächenverbrennung. S. 129.
 Glykogen, Über kristallisierte Dextrine aus —. S. 524.
 Gravitationskonstante, Newtonsche. S. 118.
 Gravitationsverschiebung, Über eine vermutliche — der Spektrallinien. S. 216.
 Grünalgen, Animalische Ernährung bei —. S. 108.
 Haare, europäische, Rassenanatomische Untersuchungen an —. S. 376.
 Haarsalbe, Eine — aus der Zeit der alten Römer. S. 538.
 Härtemessung, Zur Frage der — der Röntgenstrahlen. S. 40.
 Hautstücke, Verpflanzung von —. S. 753.
 Hefe, Plastische Massen aus —. S. 120.
 — abgetötete, Über den Einfluß der — auf die Verdauungsfermente. S. 504.
 Heliotropismus. S. 36.
 Heringe, Empfindlichkeit der Lachse und —. S. 37.
 Hochfrequenzspektren, Über die — (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge. S. 568.
 Holzgas, Die Herstellung von — in der städtischen Gasanstalt Helsingfors. S. 839.

- Hülsenfrüchte, Die Bedeutung einer Impfung beim Anbau von — und Kleearten. S. 724.
- Jahresbericht**, Der — des American Museum of Natural History. S. 687.
- Japanische Polychäten der Sammlung Doflein. S. 850.
- Impfung, Die Bedeutung einer — beim Anbau von Hülsenfrüchten und Kleearten. S. 724.
- Infusorien, Ernährung der —. S. 359.
- Ionen, Beweglichkeit der —. S. 119.
- Abhängigkeit der Beweglichkeit der — in der Luft vom Druck. S. 175.
- Ionisierung des Wasserstoffs. S. 174.
- Kalifunde**, amerikanische. S. 412.
- Kapazitäten, Zur Bestimmung sehr kleiner —. S. 555.
- Kapillarkonstanten, Bestimmung der —. S. 553.
- Katalyse, Über eine neue Methode zur Trennung von Wasserstoff und Methan sowie über die — von Knallgasgemischen. S. 837.
- Katalytische Reduktion, Die stufenweise — des Acetylens. S. 701.
- Kautschuk, Schaum-. S. 130.
- Kjeldahlisation, Über Unterschiede in der Beschleunigung der — von Kohle und Koks. S. 838.
- Kieselschwämme. S. 37.
- Kleearten, Die Bedeutung einer Impfung beim Anbau von Hülsenfrüchten und —. S. 724.
- Klima und Körpergröße bei Säugern und Vögeln. S. 503.
- Klimaschwankungen und Völkerwanderungen in der alten Welt. S. 214.
- Klonumbildungen, Bakterienmutationen, Allogonie, —. S. 504.
- Knallgasgemische, Über eine neue Methode zur Trennung von Wasserstoff und Methan sowie über die Katalyse von —. S. 837.
- Kobaltmetall, physikalische Eigenschaften. S. 447.
- Kobaltniederschläge, Über die Herstellung von — auf anderen Metallen und Legierungen. S. 538.
- Körpergröße, Klima und — bei Säugern und Vögeln. S. 503.
- Kohlenproduktion, Die — im Jahre 1915. S. 482.
- Kohlenwasserstoffe, flüssige, Die Gewinnung von — aus Naphthalin. S. 523.
- Koksbriketts. S. 839.
- Komet, Ein neuer —. S. 24.
- Kretinismus, endemischer, Zur Ätiologie des — in Bayern, in Sachsen und in der Schweiz. S. 485.
- Kreuzspinne. S. 232.
- Kristallröntgenogramme, Beiträge zur Kenntnis der —. S. 341.
- Kupfer, Zwei allotrope Modifikationen des —. S. 302.
- Lachse**, Empfindlichkeit der — und Heringe. S. 37.
- Leitfähigkeit, welche das Selen bei der Belichtung erwirbt. S. 556.
- Leuchtkäfer, Larven unseres gemeinen —. S. 722.
- Licht und Wachstum. S. 356.
- Linie 4636 A.E., Der Aufbau der —. S. 554.
- Linsen-Refraktometer. S. 95.
- Luftelektrische Größen. S. 556.
- Luftverdünnung, Einfluß der — auf die Treffweite großer Geschütze. S. 447.
- Lupine, Die — oder Wolfsbohne als faserliefernde Pflanze. S. 302.
- Magensaft**. S. 722.
- Magnetische Zustandsgleichung. S. 118.
- Magnetisierung, Einfluß der — auf die Absorption der Röntgenstrahlen. S. 555.
- Meerochs, Der —. S. 484.
- Metalloxyde, Über die Einwirkung des Sauerstoffs auf — bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur. S. 702.
- Meteorologie, Der Anteil der Deutschen an der —. S. 213.
- Methylalkohol, Vom —. S. 523.
- Milchsaft, Die Funktion des —. S. 187.
- Momentröntgenographie, Probleme der —. S. 38.
- Muschelkalk, Vergleichende Züchtung von Pflanzen auf — und Sand. S. 190.
- Museum, Der Jahresbericht des American — of Natural History. S. 687.
- Nährhefe**, Untersuchungen über —. S. 411.
- N-Allylnorcodein, Über das —, einen Antagonisten des Morphins. S. 701.
- Naphthalin, Die Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen aus —. S. 523.
- Natriumdampf, Im Emissionsspektrum des —. S. 301.
- Natural History, Der Jahresbericht des American Museum of —. S. 687.
- Nebenprodukte, Die Verwertung der — bei der Bierfabrikation. S. 304.
- Nerven. S. 752.
- Oberflächenverbrennung**, Glüh- und Härteöfen mit —. S. 129.
- Ökologische Biogeographie Mitteleuropas. S. 204.
- Oenothera gigas nanella, a Mendelian mutant. S. 190.
- Oenotheren, mutierende, Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die —. S. 190.
- Ornithophilie, Kurzer Überblick über die Gesamtfrage der —. S. 850.
- Oscillarien, Die Chemotaxis der — und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. S. 188.
- Osteomalazie, puerperale. S. 216.
- Ozonverfahren, Die Brauchbarkeit des — zur Reinigung von Flußwasser. S. 119.
- Parallaxes**, A spektroskopie method of determining Stellar —. S. 671.
- Pflanzentumore erzeugende Bakterien, Das Vorkommen von — im kranken Menschen. S. 188.
- Phosphor, Den schwarzen — aus rotem Phosphor herzustellen. S. 537.
- Photoelektrische Zellen. S. 174, 301.
- Photogrammetrische, Photographische und — Schülerübungen. S. 95.
- Photographie mit ultraroten Strahlen. S. 554.
- Ultraviolett- für astronomische Zwecke. S. 96.
- Photographische und photogrammetrische Schülerübungen. S. 95.
- Photometer, objektives, als künstliches Auge. S. 117.
- Photometrie, Zur — der mit Gas gefüllten Glühlampen. S. 852.
- Physik auf der diesjährigen Tagung der British Association. S. 720.
- Physikalisches Staatslaboratorium, Bericht des — in England. S. 720.
- Plancksche Strahlungsformel. S. 302.
- Planetoiden, Die bisher bekannte Zahl der —. S. 216.
- Plastische Massen aus Hefe. S. 120.
- Polychäten, Japanische — der Sammlung Doflein. S. 850.
- Polydaktylie auf Sardinien. S. 723.
- Primaten, Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des Foramen magnum am Schädel der —. S. 23.
- Protoplasma, nacktes tierisches. S. 722.
- Psychophysik, Botanische Analogien zur —. S. 668.

- Puerperale Osteomalazie. S. 216.
- Radioaktiver** Niederschlag aus der Luft auf ungeladene Drähte. S. 555.
- Radium, Das Verhältnis des — zum Uran. S. 447.
- Rädertierchen, Willkürliche Änderung des Geschlechtes bei —. S. 231.
- Rädertiere, Änderung des Geschlechtes bei —. S. 360.
- Rauchen, Zur Psychologie des —. S. 751.
- Reaktionszeit, geotropische, Untersuchungen über die — und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. S. 189.
- Reflexionsvermögen im Ultraviolett. S. 96.
- Refraktometer, Linsen-. S. 95.
- Regenwurmart *Enchytraeus humiculator*. S. 360.
- Reizphysiologie, Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der —. S. 189.
- Riechen, Womit — die Bienen? S. 358.
- Röntgenapparate, Über günstige Entladungsform der —. S. 39.
- Röntgenographie, Moment-, Probleme der —. S. 38.
- Röntgenrohr, Ein neues — für spektroskopische Zwecke. S. 537.
- Röntgenröhre, Das Verhalten der — im praktischen Betriebe. S. 536.
- Röntgenröhren, Über den Spannungsverlauf an —. S. 39.
- Röntgenspektralaufnahmen, Zur Herstellung von —. S. 40.
- Röntgenstrahlen, Zur Frage der Härtemessung der —. S. 40.
- Nachweis der Interferenz der — an dem Raumgitter der Kristalle. S. 553.
- Einfluß der Magnetisierung auf die Absorption der —. S. 555.
- Maximalfrequenz der —. S. 555.
- Das Spektrum der — von Rhodium, Palladium und Silber. S. 118.
- Röntgenstrahlenmeßrichtungen und deren Vergleich. S. 535.
- Salzseen**, heiße, Siebenbürgens. S. 215.
- Sand, Vergleichende Züchtung von Pflanzen auf Muschelkalk und —. S. 190.
- Sandkörner, Einen die Benetzung verhindernden Überzug auf —. S. 538.
- Sauerstoff, Über die Absorption von — in alkalischen Lösungen und über ein neues Absorptionsmittel für Sauerstoff. S. 119.
- Die Einwirkung des — auf Metalloxyde bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur. S. 702.
- Schädel, Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des Foramen magnum am — der Primaten. S. 23.
- Schall, Die Fortpflanzung des — in der Atmosphäre. S. 213.
- Schallschreiber, Ein neuer —. S. 339.
- Schallwellen, Bestimmung der Amplitude von —. S. 118.
- Schaumkautschuk. S. 130.
- Schlaf, Der — der Tiere. S. 411.
- Schwefelantimonzellen, Das Verhalten von Selen- und — bei der Temperatur der flüssigen Luft. S. 95.
- Schwingungsvorgänge im elektrischen Funken. S. 96.
- Selen. S. 302.
- Selen, Leitfähigkeit des —. S. 95.
- Leitfähigkeit, welche das — bei der Belichtung erwirbt. S. 556.
- und Schwefelantimonzellen, Das Verhalten von — bei der Temperatur der flüssigen Luft. S. 95.
- Siebenbürgen, Heiße Salzseen —. S. 215.
- Skelet, Gesichts-, Untersuchung des —. S. 160.
- Sonne, Die Umdrehungsgeschwindigkeit der —. S. 216.
- Sonnenflecken, Über die Beziehungen der — zur Erscheinung der Sonnenringe. S. 25.
- Sonnenlicht, Einfluß des — auf die geochemischen Vorgänge. S. 215.
- Sonnenringe, Über die Beziehungen der Sonnenflecken zur Erscheinung der —. S. 25.
- Sonnenstrahlung, Transmissionskoeffizienten für die —. S. 301.
- Spannungsverlauf, Über den — an Röntgenröhren. S. 39.
- Spektralaufnahmen, Röntgen-, Zur Herstellung von —. S. 40.
- Spektrallinien, Über eine vermutliche Gravitationsverschiebung der —. S. 216.
- Spektroskopische Zwecke, Ein neues Röntgenrohr für —. S. 537.
- Spektrum, Zusammenhang zwischen — und Atomgewicht. S. 174.
- Spezifischer Widerstand eines Metalles. S. 553.
- Spiegelversuch, Fresnelscher. S. 94.
- Sprossen, Über das Verhältnis von — bei Widerstand leistender Erdbedeckung. S. 357.
- Steinkohlengas, Die Verwendung des — zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen. S. 851.
- Stellar parallaxes, A spektroskopie method of determing —. S. 671.
- Sternenall, Bewegungsgesetze des —. S. 567.
- Sternhaufen, Über die Dynamik der —. S. 672.
- Stickstoffhaushalt, Der Einfluß des Tannins und Fichtenharzes auf den — des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. S. 723.
- Strahlungsformel, Plancksche. S. 302.
- Süßwasserfisch, Empfindlichkeit eines —. S. 753.
- Süßwassermuscheln mit Fett zu füttern. S. 232.
- Tannin**, Der Einfluß des — und Fichtenharzes auf den Stickstoffhaushalt des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. S. 723.
- α -Teilchen mit großer Reichweite. S. 340.
- Tellur, Zwei Modifikationen des —. S. 301.
- Teredo, Bohraparat von —. S. 851.
- Theospirillum jenense, Zur Kenntnis des — und seiner Reaktion auf Lichtreize. S. 107.
- Tierbuch, Das — des Petrus Candidus. S. 80.
- Transmissionskoeffizienten für die Sonnenstrahlung. S. 301.
- Treffweite, Einfluß der Luftverdünnung auf die — großer Geschütze. S. 447.
- Trinkwasserversorgung im Felde. S. 607.
- Ultrarote** Strahlen, Photographie mit —. S. 554.
- Ultrarotfilter. S. 555.
- Ultraviolett, Reflexionsvermögen im —. S. 96.
- Ultraviolett-Photographie für astronomische Zwecke. S. 96.
- Unfruchtbarmachung, Gesetze über — in den Vereinigten Staaten. S. 158.
- Uran, Das Verhältnis des Radiums zum —. S. 447.
- Vanadinpentoxydsol**, Optisches Verhalten des —. S. 523.

- Verdauungsfermente, Über den Einfluß der abgetöteten Hefe auf die —. S. 504.
 Vernicklung von Aluminiummetall. S. 448.
 Verpflanzung von Hautstücken. S. 753.
 Verwandlungsfähigkeit, Die — der Bakterien. S. 670.
 Vitaminfrage, Zur —. S. 701.
 Völkerwanderungen, Klimaschwankungen und — in der alten Welt. S. 214.
Wachstum, Licht und —. S. 356.
 Wasserstoff, Freie Elektronen in frisch gereinigtem —. S. 302.
 — Ionisierung des —. S. 174.
 Wasserstoffsuperoxyd, Über die Synthese mit 100-prozentigem — mit Hilfe der stillen elektrischen Entladung. S. 176.
 Wellenlänge, wirksame. S. 96.
 Wellenzahlen-Differenzen, Linienpaare mit konstanten —. S. 119.
 Wespe, Fichtengespinstblatt-, Auftreten der — im Roggenburger Forst. S. 849.
 Wisent, Der — in Ortsnamen. S. 80.
Zelle, photoelektrische —. S. 174.
 Zink, Deltastrahlen von —. S. 175.
 Zündgeschwindigkeit brennbarer Gasgemische. S. 131.
 Zittertum, Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem —. S. 357.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

- Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie. S. 308, 487, 621, 855.
 Annalen der Physik. S. 27, 133, 162, 217, 246, 343, 415, 488, 507, 579, 738, 854.
 Zoologischer Anzeiger. S. 164, 220, 276, 307, 380, 505, 624, 755.
 Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. S. 84, 273.
 Archiv für Elektrotechnik. S. 163, 191, 192, 275, 623, 654.
 Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. S. 307, 855.
 Archiv für Naturgeschichte. S. 307, 506, 656, 856.
 Archiv für Protistenkunde. S. 192, 220, 856.
 Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. S. 25.
 Beiträge zur Biologie der Pflanzen. S. 379.
 Beiträge zur allgemeinen Botanik. S. 378.
 Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. S. 54, 136, 163, 247, 306, 539.
 Bureau of Standards. S. 451.
 Flora. S. 656.
 Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. S. 84, 306.
 Zoologische Jahrbücher. S. 164, 248, 276, 378, 488, 540, 856.
 Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt. S. 273, 755.
 Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 26, 27, 56, 83, 163, 191, 274, 416, 580, 654, 854.
 Biochemische Zeitschrift. S. 26, 506, 655.
 Zeitschrift für Botanik. S. 379, 508.
 Zeitschrift für physikalische Chemie. S. 218.
 Zeitschrift für Elektrochemie. S. 56, 83, 135, 247, 344, 623.
 Zeitschrift für angewandte Entomologie. S. 379.
 Geographische Zeitschrift. S. 25, 135, 192, 276, 508, 580, 621, 740.
 Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 83, 162, 218, 275, 344, 450, 488, 508, 655.
 Meteorologische Zeitschrift. S. 25, 55, 136, 219, 344, 451, 486, 621, 655, 754.
 Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. S. 136, 380, 506.
 Physikalische Zeitschrift. S. 27, 56, 134, 135, 162, 218, 247, 274, 344, 450, 507, 622, 654, 740, 754, 854.
 Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. S. 164, 307, 508, 540, 855.
 United States Geological Survey. S. 28, 452.

Akademie-Sitzungsberichte.

- Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. S. 53, 83, 133, 190, 305, 414, 449, 754, 853.
 Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. S. 82, 190, 377, 486, 738, 754.
 Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 53, 81, 133, 161, 191, 216, 246, 305, 412, 486, 505, 579, 702, 754, 840, 854.
 Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 82, 161, 273, 341, 414, 704.
 Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 341, 378, 414, 448, 703, 737, 754, 853.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 1.

7. Januar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die neueren Fortschritte in der Physik der Röntgenstrahlung. Von *Prof. Dr. A. Sommerfeld*, München. S. 1.

Die Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau (Berlin, Schleuseninsel). S. 8.

Besprechungen:

Die Kultur der Gegenwart. Allgemeine Biologie. Von *P. Mayer*. S. 11.

Steinmann, P., Praktikum der Süßwasserbiologie. Von *P. Mayer*. S. 12.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1916

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVII. Jahrgang

In zwei Bänden

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Die radioaktive Strahlung als Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchungen

Von

L. von Bortkiewicz

a. o. Professor an der Universität Berlin

Mit 5 Textfiguren. — Preis M. 4.—

Zur Krise der Lichtäther-Hypothese

Rede, gehalten beim Antritt des Lehramts an der Reichs-Universität zu Leiden

Von

Prof. Dr. P. Ehrenfest

Preis M. —.60

Die Atomionen chemischer Elemente

und ihre Kanalstrahlen-Spektren

Von

Dr. J. Stark

Professor der Physik an der Technischen Hochschule Aachen

Mit 11 Textfiguren im Text und auf einer Tafel

Preis M. 1.60

Einführung in die Mikroskopie

Von

Professor Dr. P. Mayer

in Jena

Mit 28 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 4.80

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung.

1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandlung der Schnitte.
7. Färben der Objekte.

8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazerieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

7. Januar 1916.

Heft 1.

Die neueren Fortschritte in der Physik der Röntgenstrahlung.

Von Prof. Dr. A. Sommerfeld, München.

Zurzeit sind es gerade 20 Jahre her, daß uns Röntgen die Eigenschaften seiner neuen Strahlen beschrieb (Dezember 1895). Trotz der beispiellosen Vollständigkeit und Zuverlässigkeit der Röntgenschen Forschung ging zunächst die Meinung der Physiker über das Wesen der Röntgenstrahlen weit auseinander. Die einen sahen darin einen transversalen, dem Licht analogen Wellenvorgang, nur von viel höherer Schwingungszahl wie das sichtbare Licht und von besonders unregelmäßigem, impulsartigem Charakter, andere sprachen die Röntgenstrahlen als longitudinale Wellen ähnlich den Schallwellen an, aber natürlich wiederum von außerordentlich viel höherer Schwingungszahl; verhältnismäßig lange hat sich die Meinung gehalten, daß wir es in den Röntgenstrahlen mit fortgeschleuderten Teilchen zu tun haben, wie in den Kathodenstrahlen, aber nicht von elektrisch geladenen Teilchen (Elektronen), sondern von elektrisch neutralen Partikeln. Etwa 10 Jahre nach der Röntgenschen Entdeckung gewann die erste dieser Ansichten, diejenige von der lichtartigen transversalen Natur der Röntgenstrahlen, eine wesentliche Stütze durch den Nachweis der (teilweisen) Polarisierung der Röntgenstrahlen, welcher zuerst dem Engländer Barkla gelungen ist. Weitere Aufschlüsse waren von den fortgesetzt verbesserten Versuchen über die Beugung der Röntgenstrahlen zu erwarten. Während aber beim Licht die Beugungsversuche das beste Mittel sind, um die Größenverhältnisse des Lichtes, seine Wellenlänge quantitativ zu bestimmen, konnten die Beugungsversuche mit Röntgenstrahlen (wegen der Schwierigkeit der Herstellung und Justierung der erforderlichen äußerst feinen Spalte) nur zu einem qualitativen Nachweis der Beugung und zur Bestimmung einer ungefähren Grenze für die Wellenlänge dienen.

Diese Sachlage änderte sich mit einem Schlage, als M. v. Laue auf den genialen Einfall kam, den erforderlichen Beugungsapparat für Röntgenstrahlen von der Natur selbst zu beziehen, in Gestalt der feinsten und regelmäßigsten Struktur, welche die Natur aufzubauen imstande ist, der Kristalle. Die ersten Aufnahmen wurden Frühjahr 1912 in meinem Institute von den Herren Friedrich und Knipping gemacht und sind zusammen mit der Laueschen Theorie, in der Münchener Akademie, Sommer 1912, veröffent-

licht; sie konnten, trotzdem alsbald von den verschiedensten Seiten und in den verschiedensten Ländern auf dem neuen Gebiete gearbeitet wurde, an Schönheit und Exaktheit kaum übertroffen werden. Wir geben unten einige Proben davon.

Seit der Laueschen Entdeckung sind die Zweifel über die Natur der Röntgenstrahlen behoben, wir sprechen heute mit Sicherheit von „Röntgenlicht“ und können es vom gewöhnlichen Licht durch genaue Angabe seiner Wellenlängen unterscheiden. Der Spektralanalyse des sichtbaren Lichtes ist eine Spektralanalyse des Röntgenlichtes an die Seite getreten. Als Spektralapparat dient dabei — an Stelle von Prismen und Linsen — irgendein Kristall. Wir haben damit ein Mittel gewonnen, die Struktur der Röntgenstrahlen zu erforschen, indem wir sie mit den Entfernungen der Atome im Kristall vergleichen, und zugleich umgekehrt die Struktur der Kristalle in der Skala der Wellenlängen der Röntgenstrahlen auszumessen. Hiernach hat nicht nur die Physik der Röntgenstrahlen durch die Lauesche Entdeckung ihre entscheidendste Förderung erfahren, sondern auch die Kristallographie sieht ihre kühnsten Träume verwirklicht, indem sie den lange vermuteten Aufbau der kristallisierten Mineralien aus regelmäßig angeordneten Atomen messend verfolgen kann; endlich kann auch die Chemie aus den neuen Erkenntnissen fundamentale Schlüsse ziehen über die Art und Weise, wie die chemischen Kräfte, die Valenzen, den Kristallaufbau zusammenhalten.

Naturngemäß werden die an Laue anschließenden Ergebnisse den Hauptinhalt des folgenden Berichtes bilden. Indessen werden auch die früheren Untersuchungen über Polarisierung und Beugung darzustellen sein. Auf die Gefahr hin, Bekanntes zu wiederholen, werden wir dabei so vorgehen, daß wir die wichtigsten Begriffe zunächst für den Fall des Lichtes auseinandersetzen. Die Übertragung auf Röntgenstrahlen wird dann nur in einer Verfeinerung des Maßstabes, in einer Verkleinerung aller Dimensionen zu bestehen haben. Diese Art der Darstellung war vorgezeichnet durch den Interessenkreis, an den sich unser Aufsatz in seiner ursprünglichen Fassung wandte (Münchener medizinische Wochenschrift 1915, Nr. 42). Wir hoffen, daß unsere Darstellung auch den Lesern dieser Zeitschrift willkommen sein wird, namentlich dem biologisch interessierten Teile dieser Leser, denen die physikalischen Kunstausdrücke nicht völlig geläufig und die mathematische Ausdrucksweise nicht leicht verständlich ist; für den eigentlichen Fachmann ist unsere Darstellung naturgemäß teils zu weit-

schweifig, teils zu wenig eindringend. Leser dieser letzteren Kategorie erlaube ich mir, wegen tiefer liegender Einzelheiten, auf meinen Vortrag „Unsere gegenwärtigen Anschauungen über Röntgenstrahlung“, diese Zeitschrift 1913, 1. Jahrgang, Heft 30, zu verweisen.

1. Die Erzeugung der Röntgenstrahlen durch die Kathodenstrahlen.

Die von dem negativen Pol einer Vakuumröhre ausgehenden Kathodenstrahlen bestehen aus fortgeschleuderten elektrisch geladenen Teilchen, den sogen. Elektronen. Ihre Masse ist fast 2000 mal kleiner, als die Masse des leichtesten materiellen Teilchens, des Wasserstoffatoms, ihre Geschwindigkeit wächst mit der Spannung, mit der die Vakuumröhre betrieben wird, und ist unter allen Umständen ungeheuer groß. Sie beträgt bei 30 000 Volt Spannung 100 000 km in der Sekunde, also ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit, bei 70 000 Volt etwa die Hälfte der Lichtgeschwindigkeit. Bei ihrem Aufprall auf die Antikathode wird die in den Elektronen der Kathodenstrahlen enthaltene große Energie gebremst. Der weitaus größte Teil dieser Energie geht in Wärme über und droht das Material der Antikathode zu schmelzen. Deshalb die Wasserkühlung bei den kräftigen Röntgenröhren, deshalb auch bei den neuen Coolidge-Röhren die Wahl von Wolfram als Antikathodenmaterial mit seinem besonders hohen Schmelzpunkt. Nur etwa der tausendste Teil der ursprünglichen Kathodenstrahlenenergie wird in die Energie der von der Antikathode ausgehenden Röntgenstrahlen umgesetzt.

Bei dem Übergang von Kathodenstrahlen in Röntgenstrahlen haben wir zwei nebeneinander herlaufende Vorgänge zu unterscheiden: einerseits strahlen die Kathodenstrahlelektronen, während sie an der Antikathode gebremst werden, ein elektromagnetisches Feld aus, ähnlich wie ein in seiner Intensität abnehmender Strom Induktionswirkungen in den Raum hinausstrahlt, andererseits werden die das Antikathodenmaterial aufbauenden Elektronen durch den Anprall der Kathodenstrahlen zu Schwingungen angeregt, die ebenfalls von Ausstrahlung begleitet sind. Die von der Antikathode ausgehende Gesamtstrahlung setzt sich daher aus zwei verschiedenen Bestandteilen zusammen, welche den beiden unterschiedenen Vorgängen ihren Ursprung verdanken: einerseits der *Bremsstrahlung* oder *Impulsstrahlung* als unmittelbarer zwangsläufiger Folge der Vernichtung der Kathodenstrahlgeschwindigkeit, andererseits der *Eigenstrahlung* des getroffenen Antikathodenmaterials als eines mehr sekundären selbständigen Vorganges. Beide Bestandteile sind voneinander verschieden, sowohl durch Härte wie durch Polarisation, und werden durch die Methode der Spektralanalyse an Kristallen glatt voneinander gesondert. Die auf letzterem Wege gewonnenen Erfahrungstatsachen, welche erst die

Unterlage bilden für die vorangehenden Auffassungen, werden unten mitgeteilt werden.

2. Transversalität und Polarisation der Röntgenstrahlen.

In jedem Lichtstrahl finden die Lichtschwingungen senkrecht gegen die Strahlrichtung statt, sie sind *transversal*. (Beim Schall liegen die Schwingungen der Luftteilchen in der Ausbreitungsrichtung des Schalles, sie sind *longitudinal*.) Haben wir es mit natürlichem Licht zu tun, wie es uns die Sonne oder eine beliebige Flamme liefert, so sind alle Schwingungsrichtungen um den Lichtstrahl herum gleichberechtigt; im Mittel der Zeit kommt jede dieser Richtungen gleich oft vor. Das Licht wird *vollkommen polarisiert* genannt, wenn es nur in einer Richtung schwingt, *teilweise polarisiert*, wenn eine Schwingungsrichtung häufiger vorkommt wie die anderen. Das natürliche Licht ist *unpolarisiert*.

Die Frage, was eigentlich im Lichte schwingt, ist zwar für die Mehrzahl der Erscheinungen ziemlich belanglos, möge aber dennoch gestreift werden. Früher sah man die Lichtschwingungen als wirkliche Bewegungen eines hypothetischen elastischen Mediums an, das man „Äther“ nannte. Der Äther sollte sich wie ein vibrierender elastischer Körper bewegen, ein Lichtstrahl wäre hier nach mit einer schwingenden Saite zu vergleichen. Heutzutage wissen wir, daß das Licht ein elektromagnetischer Vorgang ist, daß sich längs des Lichtstrahls ein elektrisches Wechselfeld vorschiebt, welches von einem im gleichen Tempo wechselnden Magnetfeld begleitet ist. Wir können also nicht mehr von einer Bewegung irgendwelcher materieller Teilchen sprechen und haben gute Gründe, die Existenz eines Lichtäthers überhaupt zu leugnen. Die Transversalität des Lichtes besteht nach der elektromagnetischen Auffassung darin, daß die elektrische Kraft ebenso wie die zugeordnete magnetische Kraft senkrecht gegen die Strahlrichtung steht, ohne daß sich in dieser Richtung etwas Materielles zu bewegen braucht. Wir haben also nur an Zustandsänderungen oder Feldänderungen zu denken, nicht an materielle Schwingungen. Im polarisierten Lichte sind die elektrischen Kräfte längs des ganzen Lichtstrahls einander parallel, ebenso die magnetischen Kräfte, im natürlichen Licht kommen alle Richtungen rund um den Lichtstrahl gleich oft als Krafrichtungen vor.

Den Nachweis der Transversalität erbringt man in der Optik durch irgendeine Polarisationsvorrichtung, z. B. durch einen Nicol (Kalkspathprisma, welches nur die Schwingungen einer bestimmten Richtung durchläßt). Indem man natürliches Licht durch einen ersten Nicol gehen läßt (Polarisator), erzeugt man vollkommen polarisiertes Licht; läßt man dieses durch einen zweiten Nicol gehen (Analysator), dessen Hauptebene senkrecht zur Hauptebene des ersten steht, so löscht man das Licht vollkommen aus. Wäre

nun das Licht kein transversaler Vorgang, sondern kämen darin auch longitudinale Schwingungen vor, so würden letztere offenbar ungehindert durch beide Nicols hindurchgehen und es fände keine vollständige Auslöschung statt.

Ganz ebenso haben wir uns den Schwingungsvorgang bei den Röntgenstrahlen zu denken. Von dem Brennfleck der Antikathode, in dem die Kathodenstrahlen auftreffen, gehen nach allen Seiten hin Röntgenstrahlen aus und längs jedes dieser Strahlen pflanzen sich elektromagnetische Störungen fort, deren Kräfte senkrecht gegen den betreffenden Strahl gerichtet sind. Das so ausstrahlende Röntgenlicht ist im wesentlichen dem natürlichen Licht einer Flamme zu vergleichen, d. h. die verschiedenen Schwingungsrichtungen um den Röntgenstrahl sind im wesentlichen gleichberechtigt. Des genaueren haben wir dabei zwischen den beiden Bestandteilen des Röntgenlichtes zu unterscheiden, die am Schlusse der vorigen Nummer unterschieden wurden, der Eigenstrahlung und der Bremsstrahlung. Die erstere ist vollkommen unpolarisiert, entsprechend ihrer Entstehungsweise aus den unregelmäßigen und zufälligen Anstößen, welche die Atome der Antikathode von den Kathodenstrahlen erleiden. Die Bremsstrahlung dagegen ist teilweise polarisiert; sie hat eine Vorzugsrichtung nach der Ebene, die man durch die Richtung des ankommenden Kathodenstrahles und des gerade in Betracht gezogenen Röntgenstrahles legen kann. Diese Polarisation ist für das Verständnis des Bremsvorganges sehr interessant, indessen ist sie so schwach, daß sie nur den feinsten physikalischen Messungen zugänglich ist und für die praktische Verwendung der Röntgenstrahlen kaum in Betracht kommt. Wir werden weiterhin davon absehen und das ursprüngliche oder „primäre“ Röntgenlicht, wie schon gesagt, dem natürlichen einer Flamme vergleichen.

Leider gibt es im Gebiete der Röntgenstrahlen keinen so einfachen Apparat wie das Nicolsche Prisma der Optik, um Polarisation zu erzeugen. Daher wird auch der wirkliche experimentelle Nachweis der Transversalität des Röntgenlichtes weniger einfach und direkt wie der entsprechende Nachweis für das sichtbare Licht. Zur Erklärung des Weges, aus welchem dieser Nachweis tatsächlich gelingt, müssen wir vielmehr folgendes vorausschicken.

Wenn Röntgenstrahlen auf irgendeinen Körper auffallen, so bewirken sie dort das Auftreten neuer Röntgenstrahlen, die von der Erregungsstelle geradlinig nach allen Seiten hin ausgehen. Man nennt sie *sekundäre* Röntgenstrahlen, die ursprünglichen *primäre*. Läßt man die sekundären Röntgenstrahlen wiederum neue Strahlen erregen, so erhält man *tertiäre* Röntgenstrahlen. Das Verständnis der Eigenschaften dieser sekundären und tertiären Röntgenstrahlen wird nun durch folgende Vorstellung ermöglicht. Den von Röntgenstrahlen getroffenen Körper (wir wollen

ihn kurz den Radiator nennen) denkt man sich aus Atomen und diese irgendwie aus Elektronen (Elementarladungen, wie in den Kathodenstrahlen) aufgebaut, von denen wir irgendeines ins Auge fassen. Die elektrische Kraft des auftreffenden primären Röntgenstrahls greift an unserem Elektron an und bewegt dasselbe in ihrer Richtung. Eine in wechselnder Bewegung begriffene elektrische Ladung sendet aber elektromagnetische Strahlung aus, und zwar vorzugsweise senkrecht gegen die Richtung der Bewegungsänderung; in dieser Richtung selbst strahlt sie nicht aus. Die Fig. 1 gibt ein Bild

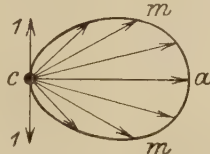


Fig. 1.

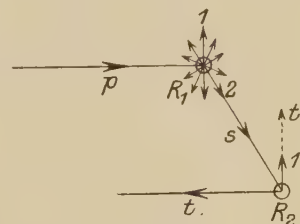


Fig. 2

dieser Strahlungsverteilung: c ist die Ruhelage des Elektrons, $1\ 1$ die Richtung, in der es gestört wird. Die Hauptausstrahlung findet transversal gegen $1\ 1$ statt und möge ihrer Intensität nach durch den Pfeil ca dargestellt werden; in der longitudinalen Richtung $1\ 1$ selbst ist die Intensität null, in einer mittleren Richtung cm hat die Intensität eine mittlere Größe. Natürlich hat man sich die Figur rund um $1\ 1$ als Achse gedreht zu denken, da die Zeichenebene nichts vor irgendeiner Ebene durch $1\ 1$ voraus hat. Die Begründung der Fig. 1 stützt sich auf die Gesamtheit unserer elektromagnetischen Erfahrungen, wie sie in der mathematischen Theorie der Elektrizität niedergelegt ist. Eine Erläuterung großen Maßstabes können wir in den drahtlosen Stationen sehen, indem wir $1\ 1$ mit einer Antenne (teils über der Erde, teils als Gegengewicht unter der Erde angeordnet), ca mit dem Erdboden vergleichen; auch eine in Betrieb gesetzte Antenne strahlt nicht in ihrer eigenen Richtung und maximal in der dazu senkrechten.

Betrachten wir nun in Fig. 2 den primären Strahl p , der auf einen ersten Radiator R_1 (etwa eine Paraffinplatte oder einen Pappkarton) auffällt. Die längs p fortgepflanzten elektrischen Kräfte, die irgendwie transversal gegen p gerichtet sind, können wir immer in die zwei senkrechten Komponenten 1 und 2 auflösen. Die zeitlichen Durchschnittswerte beider sind gleich stark, wenn das primäre Röntgenlicht unpolarisiert war. Betrachten wir nun das sekundäre Röntgenlicht s , welches in der Richtung 2 ausgesandt wird. Nach Fig. 1 verdankt dieses seine Entstehung lediglich den primären elektrischen Kräften der Richtung 1 und den dadurch in R_1 hervorgerufenen Elektronen-

bewegungen. Die elektrische Kraft dieser Sekundärstrahlung ist der Richtung 1 parallel, so daß in der anderen zu s transversalen Richtung 3 (parallel zu p) keine Kräfte auftreten. Die sekundäre Strahlung s ist daher bereits vollkommen polarisiert. In dem Radiator R_2 , auf den der Strahl s weiterhin auffallen möge, werden daher nur Elektronenbewegungen von der einheitlichen Richtung 1 hervorgerufen. Diese senden tertiäre Strahlen t aus, deren Vorhandensein durch Schwärzung einer photographischen Platte oder durch den Ausschlag eines Elektroskops nachgewiesen werden kann. Solche Strahlen t können nun z. B. in der Richtung t parallel p nachgewiesen werden, aber nicht in der zur Elektronenbewegung 1 longitudinalen Richtung. Um dies anzudeuten, ist die Strahlung t für die letztere Richtung in der Figur punktiert eingezeichnet. Das Fehlen von tertiärer Strahlung in dieser letzteren Richtung ist der experimentelle Nachweis für die Polarisation der sekundären Strahlung und damit zugleich für die Transversalität der primären Strahlung (vgl. hierzu die obigen Ausführungen über den gleichzeitigen Nachweis von Polarisation und Transversalität beim sichtbaren Licht).

3. Wellenlänge und Beugung der Röntgenstrahlen.

Die verschiedenen Farben des Lichtes charakterisiert man bekanntlich durch die verschiedenen Wellenlängen desselben. Die Wellenlänge nimmt von Rot nach Blau hin ab. Die Wellenlänge des gelben Natriumlichtes ist etwa $600 \mu\mu^1$, die des blauen Lichtes etwa $400 \mu\mu$. Im weißen Licht sind alle möglichen Wellenlängen oder Farben durcheinander gemischt. Durch ein Prisma oder durch die Wassertropfchen im Regenbogen werden die Farben auseinandergelegt.

Zur Erläuterung des Wortes Wellenlänge betrachten wir Fig. 3 a. Sie stellt den Schwingungszustand bei einfarbigem Licht längs eines Strahles zu einer bestimmten Zeit dar. Die Wellenlänge λ ist die Strecke, nach deren Durchschreitung sich der Zustand wiederholt. Indem sich der ganze Zustand mit der (sehr großen) Lichtgeschwindigkeit in der Strahlrichtung verschiebt (in der Figur durch den Pfeil angedeutet), erhalten wir an jedem Punkte des Strahles ein in der Zeit schnell pulsierendes Wechselfeld, durch das wir am Anfang der vorigen Nummer das Licht in elektromagnetischer Auffassung erklärten.

Während Fig. 3 a den regelmäßigen Vorgang des einfarbigen Lichtes darstellt, möge Fig. 3 b den regellosen Vorgang des weißen Lichtes veranschaulichen. Wie sich mathematisch zeigen läßt und wie trotz Goethes Farbenlehre aus der

spektralen Zerlegung des weißen Lichtes durch ein Prisma augenfällig wird, läßt sich ein derartiger Vorgang bei all seiner Regellosigkeit immer durch passende Zusammensetzung von regelmäßigen „Sinusschwingungen“ nach Art der Fig. 3 a herstellen; indem man die verschiedenen Wellenlängen λ von Fall zu Fall in geeigneten Stärken nimmt, kann man jeden Vorgang von der Art der Fig. 3 b erhalten. Die längs der Farbenskala wechselnden Stärken der Einzel Farben definieren das Spektrum des zusammengesetzten oder weißen Schwingungsvorganges.

Die sprichwörtliche geradlinige Ausbreitung der Lichtstrahlen, wie wir sie in der (scheinbar) scharfen Schattengebung eines undurchsichtigen Körpers beobachten, besteht streng genommen zu Recht nur in dem idealen Grenzfall eines Lichtes von der Wellenlänge $\lambda = 0$. Das wirkliche Licht mit seiner zwar kleinen, aber doch meßbaren Wellenlänge λ wird durch jedes Hindernis etwas aus seiner geradlinigen Bahn abgelenkt, „gebeugt“, und zwar um so mehr, je größer seine Wellenlänge ist. Die Farbenringe, die man an einer beschlagenen Fensterscheibe beobachtet, sind Beugungserscheinungen an den Wassertropf-

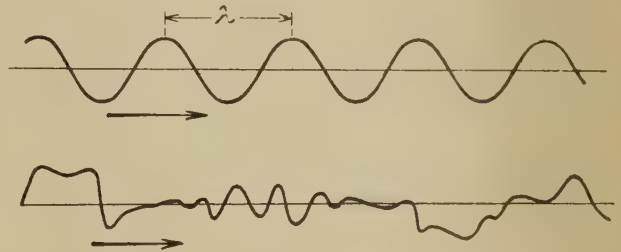


Fig. 3 a, b.

chen oder den Eiskristallen des Niederschlages. Sie zeigen allemal Rot außen, Blau innen, d. h. Rot wird mehr gebeugt wegen seiner größeren Wellenlänge als Blau. Würde man die Größe der abbeugenden Tröpfchen kennen, so könnte man aus der Größe des Beugungswinkels für jede Farbe deren Wellenlänge bestimmen. Da diese Tröpfchengröße aber nicht bekannt ist, so wird man zu einem scharf ausmeßbaren Beugungshindernis greifen, z. B. einem feinen Spalt (oder noch besser zu einem System von Spalten, einem Gitter, vgl. Nr. 4). Aus der Messung des Spaltes und der Ausmessung des Beugungsbildes ergibt sich dann die Wellenlänge, also z. B. die eingangs genannten Zahlen für Gelb und Blau.

Alles dieses läßt sich unmittelbar auf den Fall der Röntgenstrahlen übertragen. Fig. 3 a und 3 b können bei entsprechend kleiner gedachtem Maßstabe die beiden Bestandteile der Röntgenstrahlung veranschaulichen, die am Schlusse von Abschnitt 1 unterschieden wurden. Die „Eigenstrahlung“, welche in einem regelmäßigen Ausschlagen der von den Kathodenstrahlen getroffenen Elektronen des Antikathodenmaterials besteht, kann durch Fig. 3 a dargestellt werden.

¹) Bekanntlich bedeutet die in der Mikroskopie ständig benutzte Einheit des μ ein tausendstel Millimeter, die Einheit des $\mu\mu$ ein millionstel Millimeter oder ein tausendstel μ . Zur Orientierung sei bemerkt, daß die Größe der roten Blutkörperchen $7 \mu = 7000 \mu\mu$ beträgt.

Jeder solchen Eigenstrahlung entspricht eine bestimmte Wellenlänge; jede Eigenstrahlung ist einer Spektrallinie eines leuchtenden Gases, also einer bestimmten Farbe zu vergleichen. Die „Bremsstrahlung“, welche von dem Aufprall je eines Kathodenteilchens ausgeht, wird in einer einmaligen kurzen Störung, einem „Impulse“ bestehen, eine Folge von solchen Vorgängen also wird durch die Fig. 3 b des weißen Lichtes dargestellt sein. Die Aufgabe, die der Spektralanalyse der Röntgenstrahlen zu stellen ist, wird darin bestehen, die Wellenlänge λ der Eigenstrahlung und die Zusammensetzung des „weißen Röntgenlichtes“ aus verschiedenen Wellenlängen zu ermitteln.

Schon lange ehe man an eine wirkliche Spektralanalyse der Röntgenstrahlen denken konnte, hat man die Anschauung begründet, daß die weichen Röntgenstrahlen den größeren Wellenlängen oder den breiteren Impulsen, die harten Röntgenstrahlen den kleineren Wellenlängen oder den jähren Impulsen entsprechen. Daß auch bei den weichsten Röntgenstrahlen die Wellenlänge viel kleiner sein müsse, als beim sichtbaren Licht, zeigt ihre gegenüber dem Licht immer noch große Durchschlagskraft.

Das gegebene Mittel zur Bestimmung der Wellenlänge ist auch bei den Röntgenstrahlen die Beugung. Diese wird allerdings wegen der kleineren Wellenlänge viel geringer sein wie beim Licht; oder anders ausgedrückt, man muß viel engere Spalte benutzen, um eine merkbliche Beugung zu erhalten. Die bei den Beugungsaufnahmen (von *Haga* und *Wind* u. a.) benutzten Spalte hatten eine keilförmige Gestalt; sie verengen sich von einigen 20 μ bis zu wenigen μ . Die Beugungsbilder selbst können natürlich nicht mit dem Auge, sondern nur mit der photographischen Platte beobachtet werden. Statt farbiger Ränder zeigen sie nur größere oder geringere Schwärzungen, die ausphotometriert werden müssen.

Herr Kollege *P. P. Koch* hat solche Beugungsphotogramme mit den von ihm ausgebildeten verfeinerten Photometermethoden ausgemessen. Aus den von ihm ermittelten Schwärzungsverteilungen konnte ich die durchschnittliche Wellenlänge, die von einer harten Röntgenröhre ausgesandt wird, aus dem Photogramm eines keilförmigen Spaltes zu etwa $\lambda = 0,04 \mu\mu$ berechnen. Diese Wellenlänge ist also noch 10 000 mal kleiner als die des kurzwelligen sichtbaren Lichtes. Ich will sogleich vorweg nehmen, daß die alsbald folgenden, nach der Laueschen Methode ausgeführten, viel sichereren Wellenlängenbestimmungen die gefundene Größenordnung bestätigt haben.

Zur Veranschaulichung dienen Fig. 4 a und 4 b, die aus einer Arbeit von *Koch* entnommen sind. Sie geben beide die linke Hälfte der Aufnahme eines keilförmigen Spaltes, dessen geometrischer Schattenriß durch die gestrichelte Linie angedeutet ist (die rechte Hälfte ist symmetrisch zu der Mittellinie *MM* des Spaltes hin-

zuzudenken). Die eingezeichneten ausgezogenen Linien stellen Kurven gleicher Schwärzung auf der photographischen Platte dar, wobei die Größe der Schwärzung von der Mitte *MM* nach der Seite hin abnimmt. Bei fehlender Beugung (Wellenlänge $\lambda = 0$) würde Schwärzung nur innerhalb des geometrischen Schattenrisses vorhanden sein. Wir erkennen also in beiden Bildern das Vorhandensein einer Beugung. Das Charakteristische ist aber, daß Fig. 4 a mit einer sehr weichen, Fig. 4 b mit einer harten Röhre aufgenommen ist, und daß bei ersterer die seitliche Ausdehnung des Bildes viel größer ist als bei letzterer. Zu der weicheren Röhre gehört also stärkere Beugung und größere Wellenlänge resp. breitere Impulse, zu der härteren Röhre schwächere Beugung und kleinere Wellenlänge resp. schmälere Impulse.

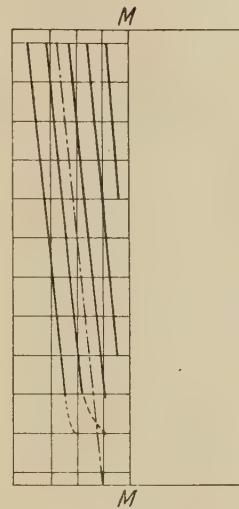


Fig. 4 a.

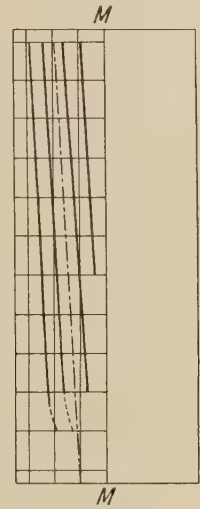


Fig. 4 b.

Die Beugungsaufnahmen haben also zu einer erstmaligen Schätzung der Wellenlänge der Röntgenstrahlen geführt, und zwar von der Ordnung $\frac{1}{10\,000}$ der Lichtwellenlänge; überdies haben sie den lichtartigen Charakter der Röntgenstrahlen und den schon früher vermuteten Unterschied zwischen harten und weichen Röntgenstrahlen nach der Größe ihrer Wellenlänge bestätigt.

4. Der Kristall als Beugungsgitter.

Einer der wirksamsten Spektralapparate der Optik ist das Gitter (Strichgitter, Rowlandgitter). Seine Güte (Auflösungsvermögen) hängt von der Anzahl seiner Striche ab. In Fig. 5 sind die Gitterstriche senkrecht zur Zeichenebene zu denken; ihr Abstand ist a genannt. Die Lichtwelle fällt in der Figur senkrecht gegen die Gitterstriche, also in der Zeichenebene und beispielsweise zugleich senkrecht gegen die Gitterebene ein. Das Gitter kann entweder als Reflexionsgitter verwandt werden, in welchem Falle das Spektrum des auffallenden Lichtes im reflektierten Lichte entworfen wird, oder als durchsich-

tiges Gitter, in welchem Falle das hindurchtretende Licht zur Beobachtung kommt. In der Figur ist der letztere Fall angenommen, der für die Übertragung auf die Röntgenstrahlinterferenzen zunächst Interesse hat. Dementsprechend sind die Gitterstriche als durchsichtige Streifen zu denken, die auf einen undurchsichtigen Metallbelag geritzt sind. Auf die Breite dieser Streifen kommt es nicht wesentlich an, sondern auf ihren Abstand a und ihre regelmäßige Aufeinanderfolge.

Indem man sich von jedem Gitterstrich nach allen Seiten Strahlen ausgehen denkt, erkennt man aus der Figur, daß es eine bestimmte Richtung gibt, in der sich diese Strahlen vorzugsweise verstärken werden, diejenige nämlich, für welche der „Gangunterschied“ AC zweier Nachbarn gerade gleich λ ist. Zur Begründung dessen müssen wir an das wohlbekannte Interferenzprinzip der Optik erinnern. Indem man sich zwei Wellenlinien nach Art der Fig. 3 a übereinandergelegt denkt, sieht man, daß sie sich vollständig aufheben, wenn Berg auf Tal fällt, der Gangunterschied also eine halbe Wellenlänge beträgt, daß sie sich dagegen auf das Doppelte verstärken

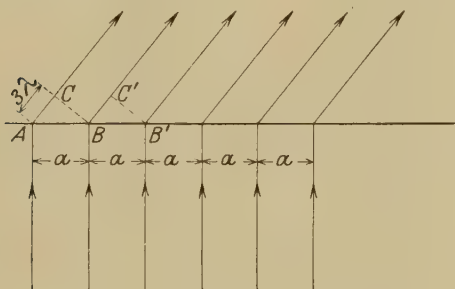


Fig. 5.

beim Gangunterschied λ , wo Berg auf Berg fällt. Haben die beiden Wellenzüge irgendeinen Gangunterschied, so wird die gegenseitige Schwächung oder Verstärkung keine so vollständige sein, wie in den beiden vorangestellten Fällen. Handelt es sich nun nicht um zwei, sondern um außerordentlich viele Wellenzüge, die von außerordentlich vielen Gitterelementen ausgehen, so wird der Fall größtmöglicher Verstärkung so sehr alle anderen Fälle an Wirksamkeit der Lichterscheinung überwiegen, daß wir sagen können: im allgemeinen werden die von den einzelnen Gitterstrichen ausgehenden Strahlen durch gegenseitige Interferenz ausgelöscht. Nur wenn ihr Gangunterschied genau eine Wellenlänge beträgt (Spektrum erster Ordnung) oder ein genaues Vielfaches davon (Spektrum höherer Ordnung), wird eine lichtstarke Beugungserscheinung wahrgenommen. In der Fig. 5 ist angenommen, daß der Gangunterschied AC je zweier Nachbarstrahlen beispielsweise gleich 3λ sei; die Richtung AC , BC' usw. gibt also die Richtung, in welcher Licht von der Wellenlänge λ im Spektrum 3. Ordnung gebeugt wird.

An unsere einfache Figur schließen mehrere Bemerkungen an, die auch für die Interferenz und Beugung der Röntgenstrahlen entscheidend sind: 1. Jede Wellenlänge wird nach einer anderen Richtung gebeugt, im Beugungsspektrum erscheinen die verschiedenen Farben auseinandergelegt, gerade so wie im Beugungsspektrum der Wassertröpfchen oder wie im Regenbogen. 2. Das Beugungsspektrum zweiter Ordnung wird stärker gebeugt, wie dasjenige erster Ordnung, das Beugungsspektrum dritter Ordnung stärker wie das der zweiten Ordnung usw. Ist etwa a gleich 10λ , so wird es 10 solche Beugungsspektren geben, wobei die Richtung des 10. Spektrums in die Gitterebene selbst fallen würde und nicht mehr beobachtet werden könnte. 3. Der Strichabstand a darf nicht kleiner sein als λ ; denn sonst gäbe es überhaupt keine Beugungsspektren. Er darf aber auch nicht sehr groß gegen λ sein; denn sonst würde z. B. das Spektrum erster Ordnung, welches das wirksamste und lichtstärkste ist, zu nahe mit dem direkt durchgehenden Lichte seiner Richtung nach zusammenfallen und von diesem nicht zu unterscheiden sein. 4. Mißt man a unter dem Mikroskop und beobachtet den Beugungswinkel z. B. im Spektrum erster Ordnung für die gelbe Natriumlinie, so kann man daraus die Wellenlänge dieser Linie nach der Figur berechnen oder konstruieren.

Eine Beugungserscheinung, die jedermann schon oft beobachtet hat, besteht darin, daß man durch ein feines rechteckiges Gewebe nach einer starken, nicht zu ausgedehnten Lichtquelle visiert. Man sieht dann die Beugungsfigur des „Kreuzgitters“, d. h. eine Folge von Wiederholungen der Lichtquelle in der einen und der dazu senkrechten anderen Fadenrichtung des Gewebes sowie in den Diagonalrichtungen, wobei jedes Beugungsbild farbig umsäumt ist (Rot nach außen, weil es stärker gebeugt wird). Die Erklärung ist ganz dieselbe wie beim einfachen Strichgitter; man muß nur eine räumliche Konstruktion statt der ebenen Zeichnung der Fig. 5 machen.

Schließlich denken wir uns statt des ebenen ein räumliches Gewebe hergestellt, ein „Raumgitter“, indem wir eine große Zahl von gleichbeschaffenen Gewebelagen mit gleichen Zwischenräumen übereinanderschichten, wobei wir uns noch zum Überfluß ein drittes System von Fäden senkrecht zu den beiden ersten eingezogen denken können, welches die aufeinanderfolgenden Lagen verbindet. Auch dieses Gebilde wird besondere Richtungen aufweisen, in denen eine Verstärkung des Lichtes durch Interferenz stattfindet. Diese Richtungen müssen die richtige Lage im Sinne der Fig. 5 (resp. der räumlich erweiterten Konstruktion, von der soeben die Rede war) haben, und zwar sowohl hinsichtlich der Gitteröffnungen zwischen der einen und der anderen Lage der Fäden sowie hinsichtlich derjenigen Zwischenräume, die bei der Schichtung unserer Gewebe nach der Tiefe offen bleiben. Da die Auswahl

dieser Richtungen nunmehr durch eine weitere hinzukommende Bedingung eingeschränkt ist, wird es nicht mehr für jede Wellenlänge, sondern nur noch für einzelne passend ausgewählte Wellenlängen solche Richtungen geben, in denen eine Verstärkung durch Interferenz stattfindet, d. h. unser Raumgitter entwirft keine vollständigen Spektren für alle in der auffallenden Strahlung enthaltenen Wellenlängen mehr, sondern wählt einzelne, seinen Dimensionen entsprechende Wellenlängen aus und wirft sie nach einzelnen Strahlenrichtungen in den Raum hinaus. Eine photographische Platte, welche hinter dem Raumgitter aufgestellt wird, zeigt daher einzelne Flecke, deren einer z. B. rot, der andere grün usw. gefärbt wäre, wenn die Platte wie eine Lumièreplatte farbenempfindlich wäre. Die Flecke werden symmetrisch zu den Symmetrieebenen des Gewebes auftreten, wenn das einfallende Licht senkrecht zu den Ge-

Anordnung der Kristallatome im Raum sei, welche im Falle des regulären oder kubischen Systems einen würfelförmigen Aufbau haben müßte, geradeso wie unser Gewebe mit quadratischen Maschen. Wenn eine solche Atomanordnung vom Lichte getroffen wird, so strahlt jedes Atom aus, indem die Elektronen im Inneren des Atoms durch die elektrischen Kräfte des Lichtes zum Mitschwingen veranlaßt werden, und diese Strahlungen werden sich nach einzelnen Richtungen und für einzelne Wellenlinien durch Interferenz verstärken. Wir vergleichen also die Atome des Kristalles etwa den Zwischenräumen zwischen unseren Gewebemaschen.

Wir müssen nun die quantitativen Verhältnisse dieses Vorganges etwas näher betrachten im Anschluß an die Bemerkungen 1 bis 4 auf Seite 6 über die Größenverhältnisse eines Beugungsgitters. Die Abstände der Atome in einem



Fig. 6.



Fig. 7.

webeschichten eintritt, es werden also bei einem rechteckigen Gewebe je 4 Flecke von entsprechender Lage und Farbe auftreten, entsprechend den beiden Symmetrieebenen des Gewebes parallel zu den Rechteckseiten, bei einem quadratischen Gewebe sogar je 8 entsprechende Flecken, entsprechend den 2 Paaren von Symmetrieebenen parallel den Seiten und den Diagonalen des Quadrates, beidemale vorausgesetzt, daß auch die Tiefenanordnung der Schichten dieselbe Symmetrie gegen die Einfallrichtung des Lichtes hat.

Freilich läßt uns, was die Herstellung eines solchen Raumgitters betrifft, die Webetechnik im Stich. Aber die Natur liefert uns in ihren Meisterwerken, den Kristallen, eine Raumstruktur von ganz ähnlicher Art und von viel feineren Abmessungen, wie das hier postulierte Raumgewebe. Schon lange haben die Mineralogen die Anschauung ausgebildet, daß ein Kristall eine regelmäßige

Kristall sind verschieden, je nach dem Atomgewicht seiner Bestandteile und der Dichte des Kristalls, haben aber, wie man schon lange weiß, etwa die Größe $0,1 \mu$. Das ist viel kleiner als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, die größer als $0,1 \mu$ ist. Nach unserer Bemerkung 3, nach der a größer als λ sein muß, kann daher unser Kristallgitter in gewöhnlichem Licht nicht als Beugungsgitter wirken. Wir brauchen dazu vielmehr ein Licht, dessen Wellenlänge kleiner, aber — ebenfalls nach der Bemerkung 3 — nicht viel kleiner als der Atomabstand a wäre. Solches Licht sind nun die Röntgenstrahlen, deren Wellenlänge ja nach Abschnitt 3 von der Größenordnung $0,01 \mu$ sein sollte. Gerade diese quantitative Überlegung war es, die Laue bei seiner Entdeckung leitete. Sein Ziel war, entsprechend der obigen Bemerkung 4 aus dem bekannten a das unbekannte oder nur ungefähr bekannte λ der

Röntgenstrahlen zu berechnen, wobei nach der Bemerkung 1 für die verschiedenen Interferenzflecke der photographischen Platte verschiedene λ zu erwarten waren.

Wir betrachten nun die Fig. 6 und 7, die sich nach den ersten Vorversuchen sogleich in der hier wiedergegebenen unübertrefflichen Schönheit und Regelmäßigkeit ergaben. Der Kristall war Zinkblende (regulär kristallisierend). Von einer ziemlich harten Röntgenröhre wurde durch ein System von Bleiblen den ein dünner Strahl ausgeblendet, dessen nicht abgelenktes Bild der dunkle Fleck in der Mitte der Photogramme ist. Die photographische Platte stand 35 mm hinter dem Kristall. Die Expositionszeit betrug (die erforderlichen Pausen abgerechnet) etwa 12 Stunden. In Fig. 6 fiel der primäre Strahl senkrecht gegen die nach den Würfel Flächen des Kristalls geschnittene, $\frac{1}{2}$ mm dicke Kristallplatte ein, in Fig. 7 senkrecht gegen eine nach den Oktaederflächen geschnittene Platte. In Fig. 6 haben wir daher eine vierzählige Symmetrie oder 4 Symmetrieebenen; je 8 Punkte haben die entsprechende Lage, wie bei dem oben vorausgesetzten quadratischen Gewebe; in Fig. 7 haben wir dreizählige Symmetrie oder 3 Symmetrieebenen, je 6 Punkte gehören zusammen, wie es bei einem aus regelmäßigen Dreiecken gebildeten Maschensystem der Fall sein würde. Der Anblick dieser Figuren enthüllt uns mit einem Schlage die mathematische Harmonie und Gesetzmäßigkeit des inneren Kristallbaues. Jeder Fleck sagt uns etwas über die Anordnung und die Natur der Kristallatome, er gestattet uns überdies durch einfache geometrische Überlegungen die Wellenlänge derjenigen Röntgenstrahlen zu berechnen, welche ihn auf der Platte aufgezeichnet hat. Z. B. gehört zu dem stärksten Fleckensextupel in Fig. 7 die Wellenlänge $0,033 \mu$, zu den beiden stärksten Oktupeln in Fig. 6 die Wellenlänge $0,04$ bzw. $0,031 \mu$. Man erkennt daraus, daß in der benutzten harten Röntgenröhre Strahlen von der Wellenlänge $0,03$ bis $0,04 \mu$ besonders stark vertreten waren. Auch konnte Friedrich in anderen Aufnahmen zeigen, daß bei Benutzung einer weicheeren Röhre andere Flecken an Stärke zunahmen, die zu einer größeren Wellenlänge gehören oder, anders ausgedrückt, daß eine weichere Röhre langwelligere Strahlung liefert als eine härtere Röhre.

Seit diesen ersten Versuchen sind natürlich eine große Reihe von Kristallen durchleuchtet worden. Die Symmetrie der zu erhaltenden Bilder wird geringer, wenn entweder der Kristall einem weniger symmetrischen System angehört oder wenn die Einfallrichtung der Röntgenstrahlen keine Symmetrieachse des Kristalles ist. Immer aber bleibt der allgemeine Charakter der Bilder und ihre theoretische Deutung den hier mitgeteilten einfachsten Beispielen ähnlich.

(Schluß folgt.)

Die Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau (Berlin, Schleuseninsel).

Im Anschluß an die Tagung der Schiffbau-technischen Gesellschaft in Berlin besichtigte eine große Anzahl der Teilnehmer der Versammlung die Einrichtungen der Schiffbauabteilung der Königl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau auf der Schleuseninsel. Diese dem preußischen Minister der öffentlichen Arbeiten unterstehende Anstalt, welche jetzt 12 Jahre im Betrieb ist und vor drei Jahren auf Grund der früher gemachten Erfahrungen einen vollkommenen Umbau sowohl in ihren Anlagen wie in ihren Versuchsapparaten erfahren hat, ist für eine gewisse bestimmte festgesetzte Zeit des Jahres in erster Linie für die Zwecke der deutschen Marine reserviert, wird aber im übrigen auch, namentlich in den letzten Jahren, in ausgedehntem Maße sowohl von den deutschen großen Privatwerften und der Binnenschiffahrtsindustrie, wie von ausländischen Marinern und Erfindern in Anspruch genommen.

Es wurden die Vorrichtungen für die Herstellung der Paraffin-Schiffsmodelle gezeigt und die verschiedenen Bearbeitungs- und Prüfungsmethoden erläutert. Die Modelle werden zunächst in der ungefähren Schiffsform mit einer gewissen Zugabe mit Hilfe von Leerspanten in einer Tongrube (Fig. 1) geformt und darin als Hohlkörper in Paraffin abgegossen. Darauf kommen sie in die Fräsmaschine, welche mit rotierenden Messern nach den Linien des Schiffsprojekts die genaue Gestalt in wagerechten Schichten einschneidet. Schließlich wird mit Hilfe von Gegenschablonen das zwischen den einzelnen Schichten stehengebliebene Material weggearbeitet (Fig. 2) und so das Modell auf seine endgültige Form gebracht (Fig. 3). Die verschiedenen Anhänge, wie Ruder, Wellen, Wellenböcke, Hosen, Schlingerkiele usw., werden aus Teakholz bzw. Bronze für sich allein angefertigt und erst nachträglich an das Schiffsmodell angesetzt. In diesem Zustande ist das Modell versuchsfertig, wird in einem Trimm-tank auf den genauen, dem ausgeführten Fahrzeug entsprechenden Tiefgang gebracht und darauf in einem 150 m langen, 8 m breiten und 4 m tiefen Bassin (Fig. 4) unter einem Schleppwagen vermittels eines Dynamometers auf seine Widerstandsverhältnisse bei verschiedenen Geschwindigkeiten geprüft. Als Resultat dieser Versuche ergeben sich die sogenannten effektiven Pferdestärken, d. h. die wirklich von den Propellern auszuübende Schubleistung, welche erforderlich ist, um das betreffende Schiff bei der verlangten Geschwindigkeit vorwärts zu treiben. Die aufzuwendende Maschinenleistung an indizierten Pferdestärken ist infolge der Verluste durch den Propeller naturgemäß eine größere als die erwähnte effektive Schubleistung. Es geht hieraus schon hervor, daß Versuche zwecks Feststellung des Propellerwirkungsgredientes bei einer vorliegenden Konstruktion ebenfalls von großer Wichtigkeit sind. Zu

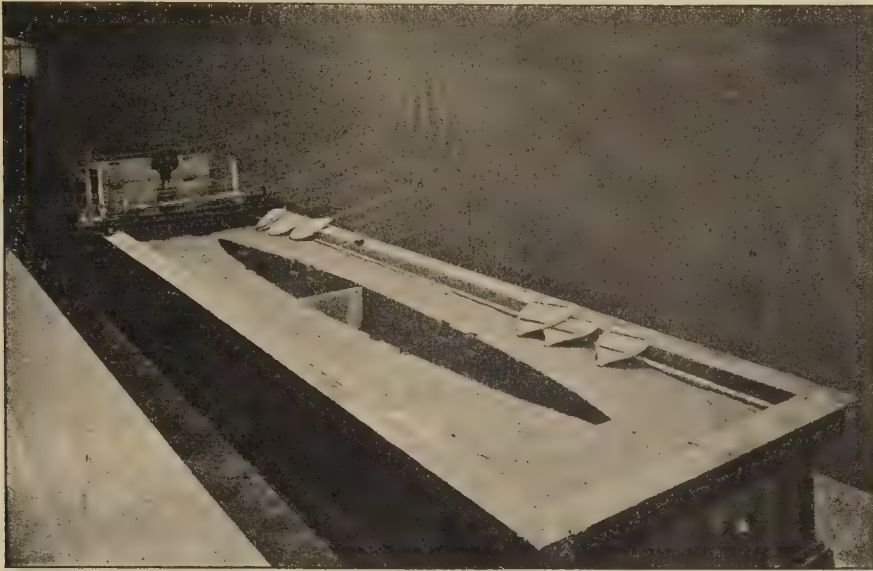


Fig. 1. Tongrube zur Einformung von Schiffsmodellen mittels Leerspannen.

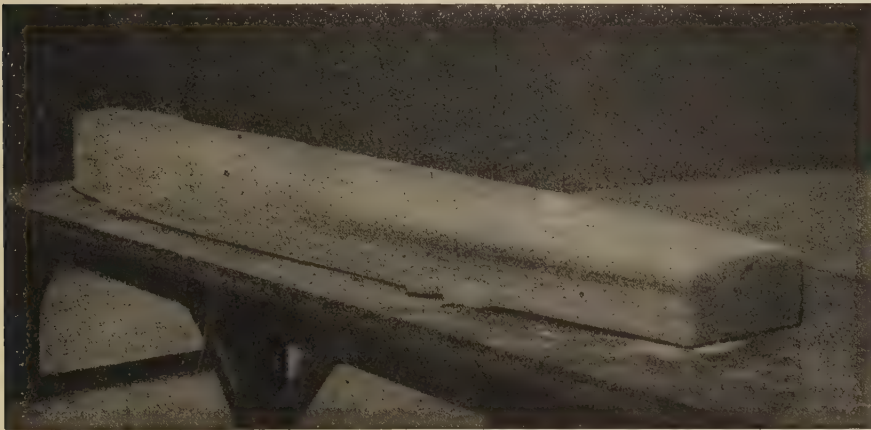


Fig. 2. Fertig gefrästes Schiffmodell vor seiner endgültigen Bearbeitung auf die gewünschte Form.

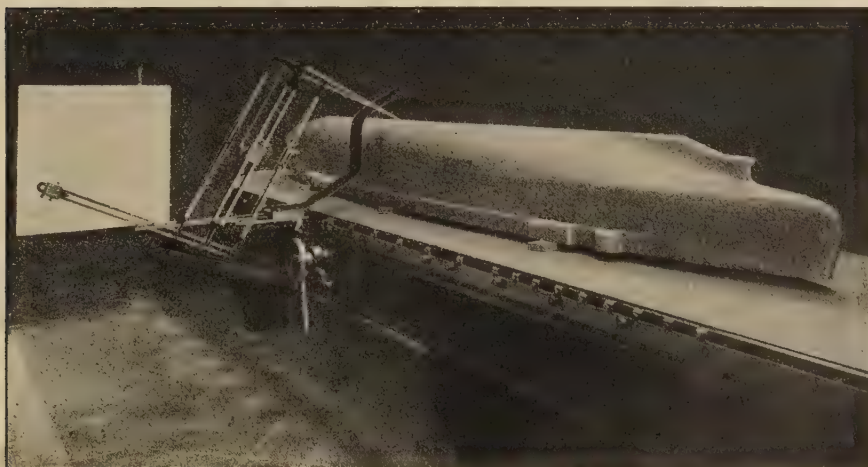


Fig. 3. Fertiges Schiffmodell ohne Anhänge auf der Richtplatte und Aufmeßapparat zur Kontrolle der richtigen Querschnitte.

diesem Zwecke werden nach den Schiffspropellern genau ähnliche Modellpropeller in kleinem Maßstabe aus leicht zu bearbeitenden Legierungen folgendermaßen hergestellt: Nach den vorliegenden Konstruktionszeichnungen wird ebenfalls mit einer gewissen Zugabe zunächst eine zweiteilige Gußform in Gips ausgearbeitet. Nachdem dieselbe in einem Ofen genügend getrocknet worden ist, wird darin das rohe Propellermodell abgegossen, dieses in einer Fräsmaschine nach der genauen Zeichnung der peripherialen Flügelquerschnitte gefräst und das überstehende Material auf die endgültige gewählte Form durch allmähliches Abfeilen hingearbeitet. Die fertigen Modellpropeller werden bei dem Fahrtversuch hinter den Schraubenstöcken des Schiffsmodells bei der betreffenden Geschwindigkeit auf diejenigen

naturgemäß ein umfangreiches, genau festgelegtes Versuchsprogramm erforderlich, welches sich einerseits den Bedürfnissen der Praxis nach Möglichkeit eng anschließt, anderseits aber auch diejenigen Grenzen umfaßt, die mit einiger Wahrscheinlichkeit überhaupt noch für praktische Zwecke jemals in Frage kommen werden. So bezieht sich z. B. das systematische Propellerversuchsprogramm für die nächsten Jahre auf Serienpropeller von je 25 Stück, die zunächst normale elliptische Blattform, gerade, senkrechte Erzeugende, symmetrische Flügelquerschnitte und gleiche maximale Flügelstärke, aber fünf verschiedene Steigungsverhältnisse bei fünf verschiedenen Verhältnissen des abgewinkelten Flügelareals zu dem der Schraubendiskfläche aufweisen (s. Tafel). Unter genauer Einhaltung dieser Konstruktions-

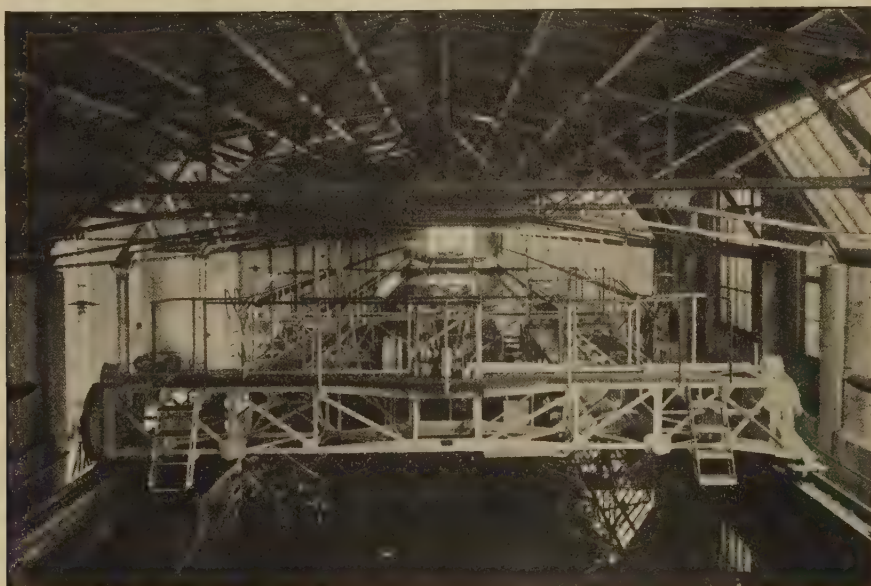
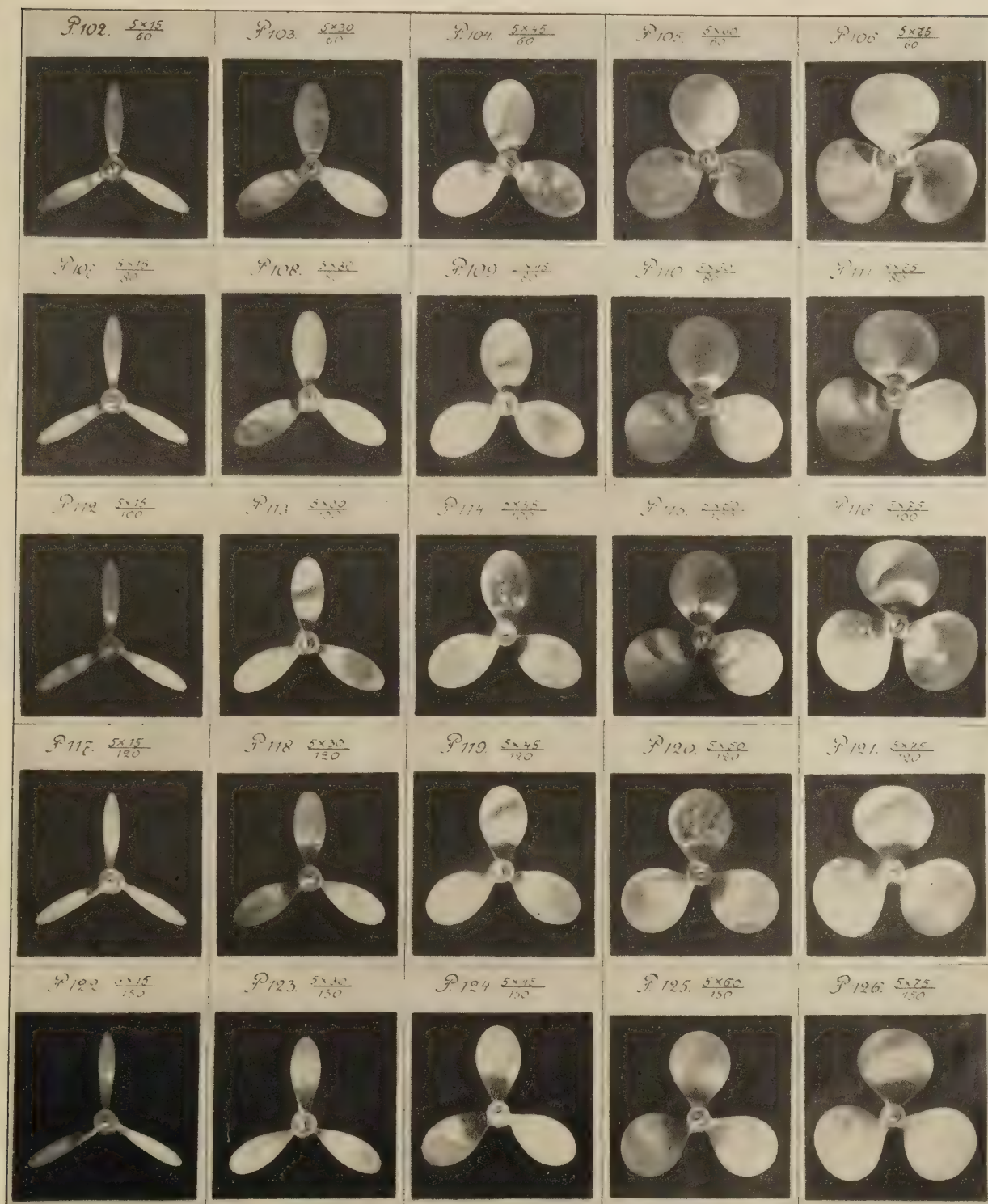


Fig. 4. Versuchsbassin mit Schleppwagen.

Touren eingestellt, welche erforderlich sind, um einen nutzbaren Schub gleich dem Modellwiderstand zu liefern. Für diesen Zustand werden außer den Touren, den Geschwindigkeiten, Propellerschüben und Schiffsmodellwiderständen auch die Drehmomente der Modellpropeller graphisch aufgezeichnet, womit alle Unterlagen gegeben sind, um sowohl den Propellerwirkungsgrad wie auch die aufzuwendende Maschinendreharbeit für die projektierte Geschwindigkeit berechnen zu können. Da Versuche dieser Art selbst für ein einziges vorliegendes Projekt einen Spielraum mannigfacher Variationen in den Konstruktionsverhältnissen der Schrauben wie in denen der Schiffsformen zulassen, so werden zwecks Ermittlung des Einflusses der einzelnen Konstruktionselemente sowohl mit Propellern wie mit Schiffsmodellen systematische Versuche unter gesetzmäßiger Abänderung der verschiedenen Modelle nach einer Grundform vorgenommen. Hierfür ist

verhältnisse ist bei der zweiten Serie von ebenfalls 25 Stück nur die maximale Flügeldicke verstärkt, bei der dritten verringert, so daß diese einfache Variation schon 75 Modellpropeller erforderlich macht. Weitere Serien von je 25 Stück Propellern dienen dazu, den Einfluß der Flügelzahl (2, 3 und 4), den der Dicke der Nabe, der Neigung der Erzeugenden, der Kurve derselben, der Form des Flügelblattes, der Gestalt der Flügelquerschnitte, des peripherial und radial veränderlichen Steigungsverhältnisses und andere mannigfache, in der Praxis im Laufe der Jahre zur Ausführung gelangten Variationen in den Konstruktionsverhältnissen der Schrauben zu prüfen und ihren Wert für den Schiffsantrieb gegeneinander abzuwägen. Wie hieraus zu ersehen, macht die Ausführung eines derartigen systematischen Versuchsprogramms allein schon eine jahrzehntelange Arbeit erforderlich. Genau dieselben Verhältnisse sind jedoch nicht nur für

Serie systematisch von einander abgeleiteter Schiffspropeller-Modelle.



Die Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau (Berlin, Schleuseninsel).

Schiffspropeller, sondern auch für aus konstruktiven Gründen anders geformte Luftpropeller von Flugzeugen und Luftschiffen, Torpedopropeller, Schaufelräder usw. durch Modellversuche zu bestimmen. Noch größer sind die möglichen Variationen in den Formen, Schärfegraden und Abmessungsverhältnissen der Schiffskörper. Da die Zwecke, für welche Schiffe gebaut werden, so verschiedenartige sind und die Fahrzeuge außerdem oft mit der Entwicklung der ganzen Technik in kurzer Zeit ganz wesentliche Änderungen erfahren, so wird es nur in beschränktem Maße möglich und andererseits auch nicht erforderlich sein, eine Reihe von systematischen Modellversuchen mit gesetzmäßig auseinander abgeleiteten Formen auszuführen. Die meisten der Versuche, welche der Anstalt zugewiesen werden, beziehen sich daher auf einen ganz bestimmten Konstruktionsfall und verfolgen nur das Ziel, die Unterlagen zu liefern, um unter gegebenen vorliegenden Konstruktionsbedingungen den vorteilhaftesten Kompromiß ziehen zu können.

Besprechungen.

Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwicklung und ihre Ziele. Herausgegeben von *Paul Hinneberg*. 3. Teil. Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin. 4. Abteilung. Organische Naturwissenschaften. Unter Leitung von *R. v. Wettstein*. 1. Bd. **Allgemeine Biologie**. Redaktion: † *C. Chun* und *W. Johannsen* unter Mitwirkung von *A. Günthart*. Berlin und Leipzig, B. G. Teubner, 1915. XI., 691 S. und 115 Textabbildungen. 8°. Preis geh. M. 21,—, geb. in Leinw. M. 23,—, in Halbfr. M. 25,—.

Der 1. Band der biologischen Abteilung der „Kultur der Gegenwart“ ist, wie die Vorrede aus der Feder von *W. Johannsen* meldet, einer „gemeinverständlichen Darstellung der allgemeinen Biologie“ gewidmet. Es ist nun freilich, wie mir scheint, nicht allen Mitarbeitern gelungen, im besten Sinne des Wortes populär zu schreiben, aber das mag zu einem guten Teil an der Schwierigkeit mancher der von ihnen behandelten Probleme liegen. Zu Worte sind gekommen etwa die gleiche Zahl Botaniker und Zoologen (mit Einschuß der Anatomen usw.) in nicht weniger als 22 Kapiteln („Steinen“), so daß eine „recht bunte Mosaikdarstellung“ die Folge war.

Zuerst werden einige allgemeinere Themata behandelt. *E. Rádl* liefert auf nicht ganz 30 Seiten eine sehr lesbare Geschichte der Biologie von Linné bis Darwin, dann bespricht *A. Fischel* noch kürzer die Richtungen der biologischen Forschung mit besonderer Rücksicht auf die zoologischen Methoden. Er erwähnt zu Anfang mit Recht, der Begriff Biologie werde in zwei Bedeutungen gebraucht, vergißt aber dabei, daß man sich seiner (in der Zoologie wenigstens) in noch anderer Weise bedient, nämlich im Gegensatz zur Systematik und Anatomie. Daß die Karminsäure nicht in der Mikrotechnik verwandt werde, ist nicht richtig. — Ganz kurz und rein beschreibend ist ferner der Beitrag von *O. Rosenberg* über die Untersuchungsmethoden des Botanikers. Dagegen bringt *H. Spemann* eine sehr klare und gute Geschichte und Kritik des Begriffes der Homologie. Auszusetzen habe ich daran nur, daß er Ontogenese und Ontogenie (ebenso Phylogenese

und Phylogenie) durcheinander gebraucht, während ihr Urheber Hückel doch scharf definiert: Ontogenie = Entwicklungsgeschichte, Ontogenesis = Entwicklung! — Sehr eingehend handelt *O. zur Strassen* von der Zweckmäßigkeit. Er stellt sich völlig auf den Boden der Mechanistik und legt dar, wie „es bis zum Beweis des Gegenteils gilt, daß alles zweckmäßige Geschehen an sich mechanistisch erklärbar ist“. „Reiner Zufall, organisierter Zufall, konservierter Zufall, das sind die drei Stufen des zweckmäßigen Geschehens und sein gesamter Gehalt.“ — Leicht verständlich geschrieben ist auch der Artikel von *W. Ostwald* über die Allgemeinen Kennzeichen der organisierten Substanz. Diese wird als ein kolloides Gebilde aufgefaßt, und die Kolloidchemie geradezu als das „gelobte Land der allgemeinen Biologie“ gepriesen. Dann läßt *O. Roux* (Wesen des Lebens) das Leben nur funktionell definierbar sein, und *W. Schleip* erörtert Lebenslauf, Alter und Tod des Individuums vom Standpunkte Weismanns aus, gleichfalls sehr verständlich. — Einer ebenso ausführlichen wie guten und kritischen Darstellung des „Protoplasmas“ begegnen wir nun bei *B. Lidforss*. Natürlich überwiegt hier der botanische Teil. Mit Recht sagt *Lidforss*, daß wir zurzeit „nur die gewaltsam herausgerissenen Bausteine, nicht aber die Gesamtarchitektur der lebenden Protoplasmateilchen“ chemisch untersuchen können. Aus der Feder des leider verstorbenen *Lidforss* rührt auch eine kurze Betrachtung des zellulären Baues, der Elementarstruktur, Mikroorganismen und Urzeugung, daran schließen sich auf wenigen Seiten die Angaben von *G. Senn* über die Bewegungen der Chromatophoren — gemeint sind allerdings nur die pflanzlichen! — Die dann folgende Auseinandersetzung von *M. Hartmann* über Mikrobiologie oder Allgemeine Biologie der Protisten wird vom Verfasser selbst einerseits als „nur eine Art Brockensammlung“, andererseits als eine „Tendenz- und Programmschrift“ bezeichnet; er setzt in ihr für die Zelle als elementare Lebenseinheit die Energide (im morphologischen Sinn) ein, weicht in der Auffassung des Todes von *Schleip* ab und in der des Generationswechsels von *Claussen* (s. unten): nur „mit Zwang und in voller Verdrehung des Ausdrucks Generation und Generationswechsel“ könne das Schema von den höheren Pflanzen auf die meisten Algen und Pilze übertragen werden. — Es folgt *E. Laqueur* mit einer ziemlich eingehenden Studie über die wichtigsten Fragen und Ergebnisse der tierischen Entwicklungsmechanik. Aufgabe und Bedeutung dieses Zweiges der Wissenschaft betrachtet er als ein Bindeglied zwischen Morphologie und Physiologie sowie als ein Bollwerk gegen den Vitalismus. Nicht weniger ausführlich verbreitet sich *H. Przibram* über die Regeneration und Transplantation im Tierreich. Die Erscheinungen jener erheischen nach *Przibram* „keine Ausnahmegesetze von den in der anorganischen Welt uns bekannten Ursachen und Wirkungen“. Schlicht deskriptiv ist wiederum der analoge Aufsatz von *E. Baur* über diese Vorgänge im Pflanzenreich. Sodann ergreift *E. Godlewski jun.* das Wort zu seiner sehr langen, rein sachlichen Besprechung der allerdings so vielgestaltigen Fortpflanzung der Tiere, und ihm tritt *P. Claussen* für die Pflanzen an die Seite, behandelt aber sein Thema kürzer, weniger einfach und etwas dogmatisch, indem er Hofmeisters Lehre vom Generationswechsel der höheren Pflanzen auf die Algen und Pilze auszudehnen sucht. Ebenfalls auf botanischem Gebiete bewegt sich *W. Johannsen* mit einem knappen Berichte über die Periodizität im Leben der Pflanze, die er tief im Wesen der Organisation begrün-

det sein läßt. Daran schließt sich nochmals ein Botaniker, O. Porsch, der sich erst ganz kurz über die Gliederung der Organismenwelt in Pflanze und Tier ausläßt (beide sind ihm „zwei verschiedene Endformen des Lebens mit gleichem Anfang“), darauf aber um so ausführlicher über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanze und Tier. Besonders geht er auf Symbiose (speziell der Ameisen mit den Pflanzen), Pilzgärten, Gallen, Epiphyten usw. ein. Auch er behandelt seinen reichen Stoff sehr anschaulich. — Ganz skizzenhaft ist der Beitrag von P. Boyen-Jensen über die Hydrobiologie, um so reichhaltiger hingegen zum Schluß der von W. Johannsen über die experimentellen Grundlagen der Deszendenzlehre. Hier wird in präziser, vorsichtiger, stellenweise scharfer Form die neuere Erblchkeitsforschung oder Genetik vorgeführt; zur Erläuterung der gar nicht leichten Materie zieht Verfasser gern Vergleiche und Analogien aus der Chemie heran. Die Genetik verhält sich zu den Deszendenztheorien kritisch. Die echte Erblchkeit, d. h. die Anwesenheit gleicher Gene in den Generationen einer Deszendenzreihe, ist nicht mit der Übertragung und Tradition zu verwechseln. Die bisher bekannt gewordenen Mutationen sind so gering, daß sie kaum zum Verständnis der Entwicklung der Organismen beitragen. Die Selektion isoliert nur die schon gegebenen konstitutionell verschiedenen Wesen, ruft aber keine genotypischen Änderungen hervor. Die Bastarde sind rein physiologisch zu definieren, ohne Rücksicht auf die Vorgeschichte ihrer Bildung. Semons Mneme ist nur eine geistreiche Spekulation.

Dem Register hat die Redaktion, wie sie selbst sagt, besondere Sorgfalt zugewandt. Da aber der Registermann sicher kein Zoologe war, so sind von den Druckfehlern im Texte — es sind ihrer zum Glück relativ sehr wenige — leider einige mit hineingelangt. Z. B. hat über Amöben nicht *Stole*, sondern *Stole* geschrieben, und die schönen Arbeiten über die Polyembryonie rühren nicht vom Engländer *Marshall*, vielmehr vom Franzosen P. Marchal her. Gerharz muß Gerhartz heißen, Brähm wohl Brehm. Die Hirudinee *Holobdella* soll *Helobdella* sein. Auf S. 451 steht *Lacinularia Diglena* statt *Lacinularia, Diglena*, und so ist *Diglena* gar nicht ins Register gekommen. Die Erklärungen zu Fig. 2 B auf S. 409 und Fig. 3 auf S. 410 enthalten Irrtümer. *Hyloecetus* wird fälschlich als *Hylecoetus* gebracht. Für die undeutsche Wendung: Artikel Spemann (oder Hartmann, Lidforss usw.) statt Spemanns Artikel ist wohl nur die Redaktion verantwortlich.

P. Mayer, Jena.

Steinmann, P., Praktikum der Süßwasserbiologie.

1. Teil: Die Organismen des fließenden Wassers. Mit Beiträgen von R. Siegrist (Phanerogamen und Moose) und H. Gams (Kryptogamen exkl. Moose). Berlin. Gebrüder Bornträger, 1915. VIII, 184 S. und 118 Textabbildungen. 8°. Preis geb. M. 7,60.

Dem erst neulich auf S. 662 (dritter Jahrgang) besprochenen 6. Band der bei Bornträger erscheinenden Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika hat sich schnell der 7. angereicht. Er gilt den Organismen des fließenden Wassers und setzt sich vor, diese „nach Lebensbezirken zu ordnen und die Organismengesellschaften auf ihre gemeinsamen Züge zu untersuchen“; die Systematik tritt daher etwas in den Hintergrund. Zuerst bespricht Verfasser ganz kurz das Leben im Süßwasser, ferner die

Lebensbezirke der rheophilen Organismen und die Technik zu ihrem Studium (allzu knapp, mitunter unzureichend, z. B. wenn es auf S. 90 und 92 nur heißt, man solle Eisessigglycerin anwenden, von dem sonst nirgend die Rede ist), und schildert dann im Hauptteile auf weit über 100 Seiten die Pflanzen (hier haben die zwei Botaniker geholfen) und Tiere der fließenden Gewässer. Dabei werden in der Regel von jedem Organismus Fundorte, Fang, Stellung und Anpassungen erörtert, leider nicht gleichmäßig genug. Die Angaben über die Stellung im System sind zudem oft so seltsam gehalten, daß sie schwer oder kaum noch verständlich sind. Den Schluß des Buches bildet ein Kapitel, worin die morphologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten der rheophilen Tiere behandelt werden. Zwar liefert es nur eine „Anregung für zukünftige Studien“, ist aber selbst in dieser unvollständigen Gestalt dankbar zu begrüßen. Das gilt auch von den noch knapperen Vermutungen über die Herkunft der rheophilen Fauna, auf die ausführlicher im 2. Teil des Praktikums eingegangen werden soll.

Hauptsächlich ist das Buch für Studenten geschrieben, könnte daher nicht sorgfältig genug abgefaßt sein. Das ist aber nicht überall so geschehen, wie es im Interesse der Benutzer gelegen hätte. Das Streben nach Erklärung der Gattungs- und Artnamen ist zwar recht erfreulich — es sind sogar zwei Philologen dabei behilflich gewesen —, nur hätte es auch ordentlich durchgeführt werden müssen. So aber fragt sich der Student vergebens, warum z. B. das Wort *Planaria* gedeutet wird, nicht dagegen *Polycelis*, ebenso warum *Mentha*, nicht *Veronica*, usw. usw. Die sachlichen Kunstausdrücke werden ebenfalls bald erklärt, bald nicht. Was ist ein Ubiquist, was ist anemotaktisch, was hygroptetrisch? Welcher Student soll das wissen? (Nebenbei: tychoptomatisch ist wohl eher von *tychon* als von *tychano* abzuleiten.) Nereiden (und Nereiden) und Limnaeen sollte man nicht in der Weise brauchen, wie es hier geschieht, nämlich zur Bezeichnung ökologischer Gruppen; übrigens werden sogar diese Ausdrücke weder erklärt noch definiert. Sperr-, Kursiv- und gewöhnlicher Druck laufen bei den Gattungen und Arten wild durcheinander, und nicht minder wechselt in manchen Fremdwörtern das k mit dem c anmutig ab: Catharobien neben katharob, Limnokrenen und Limnocrenen, Calciumkarbonat usw. Die Elytren werden richtig auf *ελυτρον* zurückgeführt, aber ruhig mit einem th geschrieben. Natürlich sind auch die griechischen Bezeichnungen nicht frei von Irrtümern. Die Erklärung für autotroph („*αὐτός τροφῶ*“, während“) beruht wohl auf einem Versehen des Setzers, das aber nicht korrigiert wurde. Echte Druckfehler sind in Fig. 38 Jolierte für Isolierte und in Fig. 87 Stepping statt Stebbing. Vom Register möchte ich lieber schweigen; es ist so dürftig und ungenau, daß es seinen Zweck nicht erfüllen kann. Bei einer Prüfung rein aufs Geratewohl vermisste ich darin: Catharobien, Nereiden, Ringel-, Strudel- und Plattwürmer, Blutegel, Gastropoden, Schnecken, Phyto- und Rheophile, Statoblasten, Schwämme, Moostiere, Flechten, Limicole; die ganzen Al stehen hinter An; Ri kommt vor Rh; *Helodes* und *Heptagenia* haben falsche Plätze, usw.

Wie von Möbius werden auch von Steinmann die Vergrößerungen der Abbildungen nicht angegeben, was ich hier für noch weniger angebracht halten muß als dort.

P. Mayer, Jena.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED
FEB 28 1916
U. S. Department of Agriculture

Heft 2.

14. Januar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die neueren Fortschritte in der Physik der Röntgenstrahlung. Von *Prof. Dr. A. Sommerfeld, München.* (Schluß.) S. 13.

Carl Schröter. Von *Dr. Eduard Rübel, Zürich.* S. 18.

Besprechungen:

Liebreich, Erik, Rost und Rostschutz. Von *R. J. Meyer.* S. 20.

Brunner, W., Dreht sich die Erde? Von *E. Freundlich.* S. 21.

Wegener, A., Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Von *M. P. Rudzki.* S. 22.

Coulter, John Merle, Evolution of sex in plants. Von *J. Buder.* S. 22.

Kleine Mitteilungen. S. 23—25.

Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des Foramen magnum am Schädel des Primaten. Die

anthropologische Meßmethode. Über Albinismus und dessen Begleiterscheinungen. Albinismus in der Tierwelt. Ein neuer Komet. Neue Werte über Dimensionen des Erdsphäroids. Über die Beziehungen der Sonnenflecken zur Erscheinung der Sonnenringe.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Meteorologische Zeitschrift. S. 25.

Geographische Zeitschrift. S. 25.

Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. S. 25

Biochemische Zeitschrift. S. 26.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 26, 27.

Physikalische Zeitschrift. S. 27.

Annalen der Physik. S. 27.

United States Geological Survey. S. 28.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Chemiker-Kalender 1916

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVII. Jahrgang

In zwei Bänden

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 90 90 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Erkältungskrankheiten und Kälteschäden

Ihre Verhütung und Heilung

Von

Professor Dr. Georg Sticker

in Münster i. W.

Mit 10 Textabbildungen — Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.80

Inhaltsverzeichnis:

I. Kältestörungen und Kälteschäden — Die Eigenwärme des Menschen. — Wärmeempfindung und Temperaturempfindlichkeit. — Kältestörungen. — Kälteschäden.

II. Die Erkältung. — Spekulationen und Tierexperimente. — Tatsachen. — Verwechslungen.

III. Erkältung und Erkältungskrankheit. — Die Erkältungsanlage. — Der Erkältungsschaden. — Erkältung und Krankheits-erreger.

IV. Die Erkältungskrankheiten. — Uebersicht über die Erkältungskrankheiten. — Erkältungsfieber. — Rheuma der Haut.

— Katarhe der Atmungswege. — Akuter Rheumatismus. — Der chronische Rheumatismus. — Gicht und Zuckerharnruhr.

V. Verhütung und Heilung der Kälteschäden und der Erkältungskrankheiten. — Aufgaben der Kunsthilfe bei Kälte-wirkungen und Erkältungen. — Verhütung der Kälteüberempfindlichkeit. — Abhärtung der Kälteempfindlichen. — Vermeidung der Erkältungsgelegenheiten. — Ausrottung von Infektionsherden bei Erkältungsempfindlichen. — Behandlung des Kälteschadens. — Behandlung des Erkälteten. — Behandlung der Erkältungsreste.

Namensverzeichnis. — Sachverzeichnis.

(Bildet einen Band des Speziellen Teiles der „Enzyklopädie der Klinischen Medizin“, herausgegeben von Prof. Dr. L. Langstein-Berlin, Prof. Dr. C. von Noorden-Frankfurt a. M., Prof. Dr. C. Freih. v. Pirquet-Wien, Prof. Dr. A. Schittenhelm-Königsberg)

Soeben erschien:

Zur Klinik und Anatomie der Nervenschußverletzungen

Von

Prof. Dr. W. Spielmeyer

München

Mit 18 Textfiguren und 3 mehrfarbigen Tafeln — Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die neueren Fortschritte in der Physik der Röntgenstrahlung.

Von Prof. Dr. A. Sommerfeld, München.

(Schluß.)

5. Die Reflexionsmethode und das Spektrum der Röntgenstrahlen.

Wir haben bisher diejenige Auffassung des Laueschen Phänomens vorangestellt, die historisch zu seiner Entdeckung führte und die auch am tiefsten in das Wesen des Vorgangs hineinschauen läßt: die Gitterauffassung oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Interferenztheorie. Es gibt noch eine andere Auffassung, die gewisse Vorzüge der Anschaulichkeit und leichten Anwendbarkeit für sich hat und die besonders von Bragg, Vater und Sohn, bei ihren erfolgreichen Untersuchungen über die Struktur spezieller Kristalle ausgebildet ist, die Reflexionstheorie. Man kann nämlich den Sachverhalt auch so darstellen, daß man sagt: Jeder Fleck in einem der vorstehenden Photogramme entsteht durch Reflexion an einer bestimmten Kristallfläche, wobei nach dem gewöhnlichen Reflexionsgesetz der auffallende primäre Strahl und der unseren Fleck aufzeichnende zurückgeworfene sekundäre Strahl gleiche Winkel mit der betreffenden Kristallfläche bilden. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob diese Kristallfläche an der Oberfläche der Kristallform ausgebildet oder nur eine durch den inneren Aufbau des Kristalls vorgebildete, mögliche Kristallfläche ist. Als mögliche Kristallfläche gilt dabei jede Fläche, die unendlich viele Atome der Kristallsubstanz enthält (Netzebene); je nachdem sie dichter oder dünner mit Atomen besetzt ist, wird sie auch äußerlich häufiger oder weniger häufig zum Vorschein kommen; ihre kristallographische Existenz aber und ihre physikalische Wirksamkeit ist ganz unabhängig von ihrem Auftreten an der Oberfläche. Die Reflexion findet also an den inneren Netzebenen des Kristalles statt. Je nach der Lage dieser Netzebenen gegen die Einfallrichtung kann der reflektierte Strahl nach derselben Seite der Kristallplatte austreten, wie der einfallende Strahl, oder er kann die Kristallplatte durchsetzen und nach der entgegengesetzten Seite wie jener austreten. Bei der Laueschen Anordnung, wo hinter dem Kristall photographiert wird, ist das letztere der Fall. Die reflektierenden Netzebenen im Innern des Kristalls verlaufen alsdann zu der Oberfläche der Kristallplatte nahezu senkrecht.

Man darf die hier gemeinte Reflexion nicht mit der Oberflächenreflexion der gewöhnlichen Optik verwechseln; in unserem Falle haben wir

es mit einem Volumenvorgang zu tun, die reflektierten Röntgenstrahlen werden aus dem Innern des Materials herausgeholt. Man kann dies dadurch handgreiflich machen, daß man die Reflexion einmal an einer gut ausgebildeten Kristalloberfläche stattfinden läßt und die Beobachtung wiederholt, nachdem man dieselbe Fläche aufgeraut hat; der zugehörige Interferenzfleck wird durch die Aufrauhung in keiner Weise beeinträchtigt, da ja die inneren, der Oberfläche parallelen Netzebenen hierdurch nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Dagegen werden die Flecke durch Verbiegungen und innere Verwerfungen des Materials sofort getrübt und in mehrere gespalten. Weiche Kristalle (wir durchstrahlten gelegentlich gediegenes Kupfer), bei denen solche Verwerfungen die Regel sind, geben stets unsaubere Flecke; die oben dargestellte Zinkblende ist ein vortrefflich spröder Kristall.

Noch aus einem anderen Grunde darf man diese Art Reflexion nicht mit der gewöhnlichen optischen verwechseln. Während die gewöhnliche Oberflächenreflexion alle Wellenlängen gleichmäßig zurückwirft und weißes Licht in weißes Licht übergehen läßt, ist unsere jetzige Reflexion ein selektiver Vorgang. Jede Kristallfläche wirft unter bestimmtem Winkel nur eine bestimmte Wellenlänge zurück. Dies entspricht der oben bei der Gitterauffassung bereits hervorgehobenen Tatsache, daß jeder Interferenzfleck von einer anderen Wellenlänge aufgezeichnet wird, also gewissermaßen anders gefärbt ist. Der Grund hierfür liegt, auch vom Standpunkte der Reflexionsauffassung, in der Verstärkung durch Interferenz, wodurch sich, nebenbei bemerkt, die Interferenzauffassung, wie eingangs erwähnt, als die tiefere und fundamentalere erweist.

Betrachten wir nämlich Fig. 8. Durch E_1 und E_2 sind 2 Netzebenen des Kristalls angedeutet. Der Strahl 1 fällt auf E_1 auf und wird als 1' reflektiert, der Strahl 2 fällt auf E_2 und wird als 2' reflektiert. Damit diese beiden Strahlen (und ebenso die an allen folgenden Netzebenen reflektierten) sich durch Interferenz verstärken können, muß ihr Gangunterschied genau eine Wellenlänge oder ein Vielfaches davon sein. Der Gangunterschied ist in der Figur durch die Streckenfolge BCD dargestellt, wobei AB und AD senkrecht auf 2 und 2' gezogen sind. Zu einer bestimmten Neigung des einfallenden Strahles gehört hiernach eine bestimmte Wellenlänge λ von der Größe BCD . Nur diese Wellenlänge λ oder ihre Bruchteile $\frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{3}, \frac{\lambda}{4}, \dots$ können von dem System unserer Netzebenen interferenz-

wie die 1., dagegen die 2. Ordnung nur sehr schwach erscheint. Für die Erkenntnis des Röntgenspektrums genügt uns eigentlich schon die 1. Ordnung; unter Befreiung von den Beiträgen der 2. und 3. Ordnung haben wir die Fortsetzung der Kurve für das Spektrum 1. Ordnung punktiert hinzugefügt; das Hinzutreten der höheren Ordnungen liefert dann eine erwünschte Probe auf die Richtigkeit der zugrunde gelegten theoretischen Vorstellungen, die sich in allen Einzelheiten und viel genauer, als wir es hier darstellen können, quantitativ bewähren.

Wir haben damit den kontinuierlichen Teil des Spektrums besprochen; wir nennen diesen auch das Bremsspektrum oder das Spektrum der Impulsstrahlung. Nach dem, was über Fig. 3 b und ihre Bedeutung bei Röntgenstrahlen gesagt ist, hat die in Abschnitt 1 genannte Bremsstrahlung einen analogen Charakter wie das weiße Licht der Optik. Gerade die Spektralaufnahmen von der Art der Fig. 9 haben aber auch den anderen Bestandteil der Röntgenstrahlung, die in Abschnitt 1 genannte Eigenstrahlung evident gemacht. Dieselbe ist in Fig. 9 durch die der kontinuierlichen Kurve aufgesetzten Striche $A_1, B_1, C_1; A_2, B_2, C_2; A_3, B_3, C_3$ markiert. Diese Striche sollen andeuten, daß bei den zugehörigen Winkeln ein unverhältnismäßig starker Ausschlag des Elektrometers (bei der Ionisationsmessung) oder eine unverhältnismäßig starke Schwärzung der Platte (bei der photographischen Methode) beobachtet wird, der auf einen ganz schmalen Winkelbereich beschränkt ist. Die betreffenden Striche sind also eigentlich durch sehr hohe und schmale Zacken ersetzt zu denken, die die kontinuierliche Kurve überragen. Und zwar gehören die Stellen A_1, A_2, A_3 wieder zu derselben Wellenlänge in 1., 2., 3. Ordnung, ebenso die Stellen B_1, B_2, B_3 und C_1, C_2, C_3 zu einer zweiten und dritten solchen Wellenlänge. In Wirklichkeit gibt es nicht nur 3 solche Wellenlängen, sondern mehrere, die sich in Serien ordnen (sogen. K- und L-Serie) und die in der Figur fortgelassen sind, um den Anblick nicht zu verwirren. Diese Linien entsprechen durchaus den Spektrallinien der Optik. Das Gesamtbild wäre also, in der Sprache der sichtbaren Optik ausgedrückt, ein kontinuierlicher Untergrund mit einer Reihe von scharfen, hellen, verschieden gefärbten Spektrallinien, wobei sich sowohl der Untergrund wie die Linien in den verschiedenen Ordnungen wiederholen.

Diese Linien gehören zu größeren Winkeln oder Wellenlängen, wie die kontinuierliche Strahlung, sie sind daher weicher wie diese. Z. B. fällt die 1. Ordnung der Linien A, B mit der 3. Ordnung des kontinuierlichen Spektrums zusammen. Die Wellenlänge von A ist daher etwa 3mal so groß wie die des kontinuierlichen Maximums $\lambda = 0,036 \mu\mu$, beträgt also etwa $\lambda = 0,01 \mu\mu$, die von B ist nur wenig kleiner. Diese Wellenlängen sind charakteristisch für das Material der Anti-

kathode (in unserem Falle Platin), geradeso wie die gelbe Natriumlinie charakteristisch ist für das Natrium. Es hat sich nämlich weiter gezeigt, daß die charakteristischen Linien der Röntgenstrahlung in einfacher Weise zusammenhängen mit dem Atomgewicht des Materials der Antikathode, so daß aus der Lage dieser Linien die Bestandteile der Antikathode wiedererkannt werden können. Diese Linien verdienen daher den Namen „Eigenstrahlung“ und stellen den zweiten der in Abschnitt 1 genannten Bestandteile der Röntgenstrahlung dar. Ihrem einfarbigen Habitus nach sind sie regelmäßige Schwingungen vom Charakter der Fig. 3 a. Ihr Zusammenhang mit dem Atomgewicht und die scharfe Definierbarkeit ihrer Wellenlänge hat bereits tiefgehende Aufschlüsse über die Natur der chemischen Elemente und ihren Aufbau aus Elektronen geliefert. Wir haben hier die verheißungsvollen Anfänge einer Spektralanalyse in einem Wellenlängengebiet, welches dem kleineren λ entsprechend 1000mal so feine Strukturen zu enthüllen vermag, wie die Spektralanalyse mit gewöhnlichem Licht.

Damit hat sich der Kreis unserer Betrachtungen geschlossen. Die anfangs aus der Entstehungsweise der Röntgenstrahlen entwickelten Vorstellungen haben sich in der letzten Figur glänzend bestätigt; der lichtartige Charakter der verschiedenen Bestandteile der Strahlung kann nicht mehr in Zweifel gezogen werden und die Wellenlänge aller Bestandteile ist einer genauen Messung zugänglich gemacht.

Von besonderem praktischen Interesse ist dabei noch eine Bemerkung über die γ -Strahlen des Radiums oder des vielgenannten Mesothoriums. Man hat schon lange die Ansicht vertreten und begründet, daß die γ -Strahlen des Radiums (im Gegensatz zu den α - und β -Strahlen, welche fortgeschleuderte Teilchen vom Charakter der Kanalstrahlen bzw. der Kathodenstrahlen sind) die gleiche Natur wie die Röntgenstrahlen haben, nämlich daß sie besonders hartes Röntgenlicht sind. Die Methode der Kristalliniferenzen hat (in den bewährten Händen *Rutherfords*) auch diese Ansicht bestätigt und präzisiert. *Rutherford* findet als kürzeste Wellenlänge der Eigenstrahlung von Radium B und Radium C die Größe $0,0072 \mu\mu$. Diese Wellenlänge ist nur mehr 5 mal so klein als die Wellenlänge $0,036 \mu\mu$, die wir oben für das Maximum einer harten Röntgenröhre in Fig. 10 fanden. Der Zwischenraum, der die γ -Strahlung von der Röntgenstrahlung trennt, ist also nicht entfernt so groß wie derjenige, der die Röntgenstrahlung von dem gewöhnlichen Licht unterscheidet. Wenn es gelingt, die Spannung einer Röntgenröhre auf den 5fachen Wert zu bringen (also etwa von 60 000 Volt auf 300 000 Volt), so wird dadurch auch die Strahlung 5 mal so hart und die Wellenlänge 5 mal so klein. Mit den neuen Konstruktionen von *Coolidge* und *Lilienfeld* erscheint dies nicht ausgeschlossen. Man

kann also daran denken, die Radiumtherapie in Zukunft durch die viel billigere und ihrer Intensität nach leichter zu steigernde Behandlung mit Röntgenröhren zu ersetzen. Eine Schwierigkeit, die sich aber vielleicht teilweise überwinden läßt, liegt dabei nur in der großen Ausdehnung der Röntgenröhren, die ihre Einführung in den Körper ausschließt.

6. Folgerungen für die Kristallographie und Chemie.

Wie in der Einleitung bemerkt wurde, hat nicht nur die Physik der Röntgenstrahlen von den neuen Methoden entscheidende Förderung erfahren, sondern auch die Kristallographie und die Chemie. Ganz besonders die Kristallographie. Die regelmäßige Anordnung der Atome im Raum ist keine Hypothese mehr, sondern eine Tatsache.

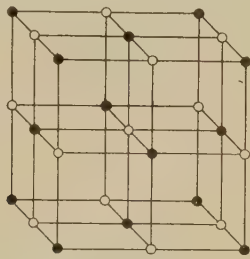


Fig. 10.

In Fig. 10 ist die Struktur von Steinsalz nach den Untersuchungen von *Bragg* wiedergegeben. Die dunklen Kreise mögen Na-Atome, die hellen Cl-Atome darstellen. Wir haben ein kubisches Gitter einfachster Bauart, in dem die beiderlei Atome abwechseln. Über die Größe der Atome und ihre gegenseitige Bindung erfahren wir zunächst nichts; die gegenseitige Lage der Atommittelpunkte aber und ihre Abstände können als sicher gelten.

Dieselbe Struktur kommt auch, mit etwas abgeänderten Abständen, den verwandten Salzen Chlorkalium (*Sylvin*), Bromkalium, Jodkalium usw. zu. Dabei ergibt sich aus dem Vergleich der Bilder dieser Reihe eine wichtige Bemerkung über die Wirkungsweise der einzelnen Atome. Schon aus früheren Versuchen an nicht-kristallinen Substanzen konnte man schließen, daß jedes Atom bei der Bestrahlung mit Röntgenstrahlen nach Maßgabe seines Atomgewichtes reagiert, daß also Brom (Atomgewicht 80) doppelt so stark widerstrahlt wie Kalium (Atomgewicht 39). Daraus folgt, daß bei Bromkalium und um so mehr bei Jodkalium das Brom- resp. Jodgitter maßgebend für das entstehende Interferenzbild sein wird, daß dagegen beim Chlorkalium (Atomgewicht des Chlors gleich 35) das Chlorgitter und das Kaliumgitter etwa gleich stark beteiligt sind. Die Röntgenbilder des Chlorkaliums zeichnen sich daher durch besondere Einfachheit aus und entsprechen einer würfelförmigen Anordnung, bei der alle Ecken der Würfel durch gleichartige oder besser

gesagt gleichwirksame Atome besetzt sind, einem einfachen kubischen Gitter, bei dem sich die theoretischen Verhältnisse natürlich am leichtesten übersehen lassen.

Zur Struktur der Zinkblende ZnS kommen wir von Fig. 10 aus, wenn wir das Gitter der Cl-Atome als ganzes derart verschieben, daß dieselben nicht mehr die Seitenflächen des hier abgebildeten großen Würfels der Na-Atome halbieren, sondern seine Raumdiagonale vierteln. Wir haben also das eine Gitter gegen das andere in der Figur um ein gewisses Stück, z. B. nach rechts oben, zu verschieben. Außerdem haben wir dann z. B. die schwarzen Kreise als Zinkatome, die hellen als Schwefelatome anzusprechen und den Maßstab der ganzen Figur, entsprechend dem spezifischen Gewicht der Zinkblende, zu modifizieren. Stellen wir uns nun eine der dreizähligen Achsen des so entstehenden Zinkblende-modelles vor, z. B. die Diagonale von links unten nach rechts oben, und durchlaufen wir dieselbe das eine Mal in der einen, das andere Mal in der entgegengesetzten Richtung, so treffen wir beidemal eine verschiedene Anordnung der Atome auf ihr an: das eine Mal folgt Schwefel auf Zink in kurzen Abständen, das andere Mal Zink auf Schwefel. Dieser verschiedene Rhythmus in der Massenanordnung hat zur Folge, daß die beiden Seiten der Achse physikalisch ungleichwertig geworden sind, oder, wie man sagt, daß die Achse polar ist. Der polare Charakter einer Achse ist aber die Vorbedingung für die Erscheinungen der Piezo- und Pyroelektrizität, d. h. für das Auftreten ungleichnamiger Elektrizität an den Enden dieser Achse unter dem Einfluß von Druck oder Erwärmung. In der Tat liefert die Zinkblende für diese Erscheinungen ein seit langem bekanntes vorzügliches Beispiel. Wir erwähnen diese Einzelheit hier, um daran zu zeigen, daß unsere Kristallmodelle kein willkürliches Menschenwerk, sondern ein getreues Abbild der Wirklichkeit sind, welches sich in allen Konsequenzen an Hand der Erfahrung bewährt. Ein weiteres Beispiel dieser Art bildet die von *Becke* gefundene verschiedene Löslichkeit der entgegengesetzten Oktaederflächen der Zinkblende gegen Basen und Säuren; in der Tat wird nach unserem Modell die eine dieser Flächen von Zinkatomen, die andere von Schwefelatomen gebildet.

Dasselbe Gitter wie der Zinkblende kommt dem Diamant zu, wenn wir sowohl die Zn-Atome wie die S-Atome durch die Atome des Kohlenstoffs ersetzen und zugleich die absolute Größe des Gitters in gewisser Weise verkleinern. Die Erscheinung der Piezo- und Pyroelektrizität kommt dabei natürlich in Fortfall und wird beim Diamant auch tatsächlich nicht beobachtet, weil bei gleicher Beschaffenheit der beiden Atome kein Unterschied in den beiden Seiten der Achse mehr stattfindet. Von großem Interesse wäre sodann die Struktur des anderen Kohlenstoffkristalles, des Graphits. Bisher haben die darauf

hinzielenden Bemühungen noch keinen rechten Erfolg gehabt, wegen der meist ungenügenden Ausbildung und der (scheinbaren) Weichheit der Graphitblättchen. Darüber aber, daß sich die grundsätzliche Verschiedenheit aller Eigenschaften von Graphit und Diamant lediglich durch die verschiedene Lagerung der C-Atome im Raume wird erklären lassen, kann heutzutage ein Zweifel kaum mehr bestehen.

Von der Zinkblende kommen wir zu dem Modell von Flußspat (CaF_2), wenn wir die Zinkatome durch Calciumatome und die Schwefelatome durch Fluoratomatome ersetzen, und zwar die letzteren in doppelter Auflage, entsprechend der chemischen Formel. Dabei ist das eine Gitter der Fluoratomatome um ein Viertel der Diagonale im einen, das andere im anderen Sinne gegen das Calciumgitter verschoben. Der polare Charakter der dreizähligen Achse ist auch hier aufgehoben, da die auf dieser Achse entstehende Massenverteilung symmetrisch wird. Auch hier legen die Interferenzbilder Zeugnis davon ab, daß die Atome bei der Röntgenbestrahlung entsprechend ihrem Atomgewicht widerstrahlen. Das Atomgewicht des Fluors ist nämlich 19, das des Calciums 40; zwei Fluoratomatome können daher die Strahlung von einem Atom Calcium in gewissen Richtungen durch Interferenz gerade aufheben und dieselben Bilder erzeugen, wie die zwei gleichen und ähnlich gelagerten C-Atome im Diamant.

Wir kennen solchergestalt schon eine ganze Reihe der wichtigsten Kristallstrukturen, z. B. die von Pyrit (Schwefelkies), von Kalkspat, Quarz, Dolomit usw. Bei den weniger symmetrischen Kristallsystemen sind die Gitter, wie schon durch den äußeren Anblick der Kristalleargetan wird, natürlich nicht mehr würfelförmig, sondern im allgemeinen schiefwinklig; bei den zusammengesetzteren Verbindungen wird außerdem die Aufgabe, die Lage der Atome im Raum zu bestimmen, immer komplizierter. Im Prinzip aber ist diese Aufgabe für alle kristallisierenden Substanzen gelöst; es ist nur eine Frage der experimentellen Sorgfalt und der (nicht minder nötigen) rechnerischen Ausdauer, um in jedem Falle zum Ziel zu gelangen.

Um auch ein Beispiel eines nicht regulären Kristalles zu erwähnen, möge schließlich noch das Modell des Kalkspates CaCO_3 im Anschluß an Fig. 10 entwickelt werden. Man denke sich den Würfel dieser Figur nach einer seiner räumlichen Diagonalen derartig gleichförmig zusammengedrückt, daß er die Abmessungen eines Kalkspatrhomboeders annimmt, wie man es durch Spaltung aus jedem Kalkspatkristall herstellen kann. Die Richtung jener Diagonalen bleibt dabei eine dreizählige Achse und wird die Hauptachse des Kalkspatmodelles; die Dreizähligkeit der anderen Würfeldiagonalen ist durch unsere Kompression verloren gegangen. Ferner denke man die dunklen resp. hellen Kreise der Fig. 10 durch Calcium resp. Kohlenstoffatome ersetzt und umgebe jedes

der Kohlenstoffatome mit einem Ringe von drei äquidistanten Sauerstoffatomen, dessen Ebene senkrecht gegen die Hauptachse des Kalkspates liegt und dessen Radius (noch nicht sehr genau bestimmt) ziemlich klein ist gegen die Abstände benachbarter Calcium- und Kohlenstoffatome. Das so entstehende Modell entspricht nicht nur vollständig den Messungen mit Röntgenstrahlen, sondern bildet auch, wie wir behaupten können, die Grundlage für das Verständnis aller optischen, elastischen, thermischen Eigenschaften dieses Minerals.

Wir fügen nur noch wenige Worte über den chemischen Ertrag unserer Methode hinzu. Dabei knüpfen wir zunächst an das soeben skizzierte Diamantgitter an. Wenn man dasselbe betrachtet (am besten in einem Modell, wie solche jetzt vielfach hergestellt sind), so erkennt man sofort, daß jedes Kohlenstoffatom von 4 Nachbaratomen umgeben ist, die gleichweit von jenem entfernt sind und deren Verbindungslinien ein regelmäßiges Tetraeder bilden, in dessen Mittelpunkt jenes Kohlenstoffatom liegt. Unser Modell spiegelt also in schönster Weise die Vorstellung der Chemiker von den 4 Tetraedervalenzen der Kohlenstoffchemie wider. Wenn man sich jedes Kohlenstoffatom mit seinen Nachbarn durch Kräfte verbunden denkt, so haben diese genau diejenige Lage, die die Stereochemie nach dem Vorgange von *van't Hoff* den Kohlenstoffvalenzen zuschreibt. Dabei möge ausdrücklich bemerkt werden, daß diese Vorstellung bei der ursprünglichen Konzeption des Diamantenmodelles durchaus nicht mitgespielt hat, daß vielmehr das Modell zwangsläufig aus den Röntgenstrahlbeobachtungen gefolgert wurde. Nicht minder interessant ist es, daß bei anderen Kristallmodellen eine Erklärung des Kristallbaues durch die üblichen chemischen Valenzen durchaus nicht gelingen will, selbst nicht bei dem besonders einfachen Chlornatrium von Fig. 10. Es zeigt sich hierin die auch sonst vielfach bemerkte besondere Stellung der organischen oder Kohlenstoffchemie in Rücksicht auf den Valenzbegriff. Während seine Handhabung hier fast immer eindeutig und zweifelsfrei ist, muß seine Rolle in der allgemeinen anorganischen Chemie noch vielfach als ungeklärt bezeichnet werden. Wahrscheinlich wird *Werners* freiere Auffassung der Valenzverhältnisse auch bei den Kristallen heranzuziehen sein und umgekehrt durch die Kristallmodelle befruchtet werden.

Schließlich wird ein ganz neues Licht auf die chemischen Begriffe von Atom und Molekül geworfen. Ein Blick auf Fig. 10 zeigt, daß im Aufbau des Steinsalzes von einem Chlornatriummolekül nicht mehr die Rede sein kann. Jedes Chloratom steht in genau der gleichen Beziehung zu seinen 8 Natriumnachbarn. Es wäre durchaus willkürlich und unwissenschaftlich, aus dem regelmäßigen Gefüge eine Gruppe von je einem Atom Na und Cl abzusondern und sie als Molekül zu erklären. Dementsprechend haben wir es auch

in der ganzen vorstehenden Auseinandersetzung vermieden, von Kristallmolekülen zu sprechen. Höchstens könnte man bei dem oben beschriebenen Kalkspatmodell in der engeren Zusammengehörigkeit der Kohlenstoff- und Sauerstoffatome eine Andeutung für das Fortbestehen einer Gruppe CO_3 sehen. Erst weitere Erfahrungen können darüber entscheiden, ob und welche chemisch zusammengehörigen Gruppen sich im Kristallaufbau erhalten. Im allgemeinen hat jedenfalls der Begriff des Moleküls im kristallisierten festen Zustand keinen Platz. Er besteht zu Recht im gasförmigen Zustand, wo sich bei Sauerstoff oder Wasserstoff 2 Atome oder bei Schwefeldampf wahrscheinlich deren 8 zu einer engeren Einheit, einem Molekül, aneinanderschließen. Er kann bereits in Zweifel gezogen werden bei dem flüssigen Zustand und ist sicher irreführend im festen Normalzustande, dem Kristall. Will man hier von einem Molekül sprechen, so muß man den ganzen Kristall als ein einziges Molekül ansehen, in dem die Atome ebenso enge zusammengeschlossen sind, wie 2 Atome im Wasserstoffmolekül.

Ein solches Riesenmolekül war es, welches nach dem Gedanken von *Laue* die Physik der Röntgenstrahlen zu analysieren gestattete, welches den Gegenstand der Kristallographie bildet und welches, wie wir zuletzt sahen, berufen ist, die chemischen Grundbegriffe zu reformieren.

Carl Schröter.

Zu seinem 60. Geburtstag.

Von Dr. Eduard Rübel, Zürich.

Am 19. Dezember hat Dr. *Carl Schröter*, Professor der Botanik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, sein 60. Altersjahr vollendet. Da ist es einem ehemaligen Schüler wohl gestattet, auszudrücken, was seine Freunde und überhaupt alle Botaniker an diesem Tage bewegt, Worte des Dankes für den reichen Gewinn, den sie aus seinem Forscherleben und seiner 36 jährigen Lehrtätigkeit gezogen haben. *Schröter* gehört zu den Wenigen, denen es vergönnt ist, in beiden Seiten der Wissenschaft, in der Forschung wie in der Lehre, hervorzuragen.

Gehen wir zuerst etwas auf seine Forschungen ein, so finden wir seinen Namen auf den verschiedensten Gebieten der Botanik. Er verbindet Vielseitigkeit mit Gründlichkeit in seinen Werken. Vor allem ist er *Pflanzengeograph*, in ökologischer wie in floristischer und genetischer Richtung. Daneben haben wir von ihm aber auch Studien aus der Planktonkunde, aus der Limnologie, aus der Paläobotanik, über Naturschutz, über Forschungsreisen, über systematische Fragen usw.

Eine große Bedeutung für die Landwirtschaft haben seine mit Dr. *Stebler* zusammen geschriebenen Werke „Die besten Futterpflanzen“ und „Die Alpenfutterpflanzen“. Diese hervorragenden Werke haben mehrere Auflagen erlebt und sind auch ins Französische, ins Englische und

Russische übersetzt worden. Ebenfalls in erster Linie für die Landwirte geschrieben sind *Stebler* und *Schröters* Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. Die darin 1893 publizierte Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz bildet eine der ersten und gründlichsten ökologisch-pflanzengeographischen Arbeiten. Ist die Pflanzengeographie (besser wäre zu sagen Geobotanik) an und für sich schon eine relativ junge Wissenschaft — man rechnet sie gewöhnlich von *Humboldt* an —, so ist deren Vertiefung durch Anwendung ökologischer Erkenntnisse und Forschungsmethoden erst recht jung. Als selbständige Wissenschaft tritt die ökologische Pflanzengeographie, welche die Pflanzenwelt, ihre Zusammensetzung und Verteilung in ihrer Abhängigkeit von Klima, von Boden und von anderen Organismen studiert, erst seit *Warmings* Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie 1896 (Übersetzung von seinem *Plantensamfund* 1895) und von *Schimper's* Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage 1898 auf. Dazu haben *Schröters* Arbeiten schon Bausteine geliefert. Neben der erwähnten Wiesenuntersuchung ist es hauptsächlich die Vegetation des Bodensees (mit *Kirchner*), in der die Pflanzengesellschaften des Sees und der Ufer ein eingehendes Studium erfahren, wobei *Schröter* zu erfreulichen Vorschlägen zur Einteilung und Benennung in der Formationslehre oder Synökologie gelangt, wodurch neben der speziellen Kenntnis der betreffenden Vegetation auch die allgemeine Erkenntnis der jungen ökologischen Geobotanik Fortschritte erfährt. Eine Ausgestaltung der Begriffe und deren Terminologie arbeitete er 1910 mit *Flahault* zusammen für den Brüsseler Botanikerkongreß aus. Konnte man sich dort auch noch nicht vollständig einigen, sondern sah ein, daß die Materie noch nicht zur Festlegung reif ist, so war mit dieser Arbeit doch ein wesentlicher Schritt vorwärts getan.

Im Jahre 1895 publizierte *Schröter* seine eingehende Studie „Das St. Antönietal im Prättigau in seinen wirtschaftlichen und pflanzengeographischen Verhältnissen“. Wir werden bekannt mit dem Land und mit den Leuten, ihren wirtschaftlichen Verhältnissen, wie der Alpordnung und den Statuten der Alpgenossenschaft, ihren Hauszeichen, darauf mit der Vegetation. Die Wiesentypen werden genau untersucht und charakterisiert. Daraus lassen sich für die Landwirtschaft nützliche Winke ableiten. Die Pflanzengesellschaften sind sodann auf einer Karte des Gebietes genau eingetragen. Damit beginnen in der Schweiz die modernen *pflanzengeographischen Monographien und pflanzengeographischen Karten* kleiner Gebiete, die so fruchtbringend seither gepflegt wurden und werden¹⁾. Es beginnt die in

¹⁾ Als Vorläufer ist zu bezeichnen: *Oswald Heer*, Die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teiles des Kantons Glarus; ein Versuch, die pflanzengeographischen Erscheinungen der Alpen aus klimatologischen und Bodenverhältnissen abzuleiten. Zürich 1835.

allen geobotanischen Kreisen der Erde wohlbekannte „Schrötersche Schule“. Durch ihn wurde Zürich zu einem bedeutenden Zentrum der Pflanzengeographie.

Schröters Anregung verdanken wir es, daß seine Schüler und auch andere Forscher sich mit Wißbegierde auf dieses Gebiet der ökologischen Pflanzengeographie stürzten und Gebiete monographisch bearbeiteten oder gewisse Pflanzengesellschaften in ihren Bedingungen verfolgten. Es bedeutet dies einen schönen Fortschritt für die reine Wissenschaft, zugleich aber auch für die angewandte, denn ist die Forstwissenschaft nicht recht eigentlich die Ökologie der Wälder, und ein großer Teil der Landwirtschaft der Schweiz beschäftigt sich mit der Ökologie der Wiesen.

Ungezählte Beobachtungen hat *Schröter* in den Alpen gemacht und das Klima, den Boden, die Zusammensetzung der Vegetation, die Anpassungen der Alpenpflanzen an ihre Vorkommensbedingungen studiert. Diese Beobachtungen, verbunden mit einer reichen, verarbeiteten Literatur, hat er uns in seinem Monumentalwerk „Das Pflanzenleben der Alpen“ geschenkt, und dazu in einer Art, die bei genauer Wissenschaftlichkeit doch eine so flüssig angenehme Form aufweist, daß es auch für den Laien zur spannenden Lektüre wird. Nicht umsonst heißt er in der Gelehrtenwelt oft der *Alpenschröter*.

Eine Pflanzengesellschaft, die von *Schröter* noch besondere Berücksichtigung erfuhr, sind die Moore. Davon zeugt das mit Prof. *Früh* zusammen herausgegebene große Werk „Die Moore der Schweiz“. Wir verdanken ihm auch die Zusammenfassung der Kenntnisse der genetischen Pflanzengeographie (im Handwörterbuch der Naturwissenschaften). Des weiteren sei noch an das groß angelegte Werk der Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas von *Kirchner*, *Löw* und *Schröter* erinnert.

Die hochentwickelte schweizerische Kartographie brachte *Schröters* Anforderungen an wertvolle Vegetationskarten zu vortrefflichem Ausdruck, wobei die geringe Störung oder geradezu Heraushebung des Kartenbildes besonders hervorzuheben ist.

Ein anderes Gebiet, das *Schröter* auch sehr bearbeitet hat, ist die Seenkunde und besonders die Schwebeflora der Seen, das Plankton. Die feinen Gestalten und ihre merkwürdigen periodischen Erscheinungen im Laufe des Jahres fesselten ihn. Er fand auch unregelmäßige Veränderungen, wie das plötzliche epidemieartige Auftreten einzelner Arten und deren Wiederverschwinden. Auch die Freude an diesen kleinen Wesen wußte er auf seine Schüler zu übertragen, so daß unter seiner Leitung viele planktologische Arbeiten entstanden.

Aber auch mit der Phytopaläontologie hat er sich intensiv beschäftigt. Schon aus dem Jahre 1883 haben wir von ihm ein Neujahrsblatt über die Flora der Eiszeit. Die Pflanzen der Pfahl-

baute Robenhausen hat er beschrieben usw. Auch seien seine ins systematische Gebiet einschlagenden Studien über die Vielgestaltigkeit der Fichte, über *Pinus silvestris*, *Pinus montana*, über *Anthyllis*, *Nardus*, *Trapa*, *Castanea*, *Scolopendrium* erwähnt.

Eine Reihe Forschungsreisen machten ihn mit der Vegetation ferner Länder bekannt. In erster Linie ist seine Reise um die Welt 1897/98 zu erwähnen, der die Technische Hochschule reiche Sammlungen verdankt. An der Schilderung der Vegetation der besuchten Länder erfreuen sich nicht nur seine Studenten, sondern ein guter Teil der Bevölkerung Zürichs genießt sie mit und lernt Botanik, ohne es selber zu wissen. Im weiteren beteiligte er sich an den Riklischen naturwissenschaftlichen Studienreisen nach Spanien, den Balearen, den Canaren, nach Algier, ferner an den internationalen pflanzengeographischen Exkursionen durch die britischen Inseln 1911 und durch Nordamerika 1913. Diese fruchtbringende Institution ist überhaupt auf ihn zurückzuführen. Im Anschluß an den Genfer internationalen Geographenkongreß veranstaltete *Schröter* 1908 eine kurze internationale pflanzengeographische Exkursion durch die Schweizer Alpen, an der sich Gelehrte der verschiedensten Nationen beteiligten. Dies gab *A. G. Tansley* von Cambridge die Anregung zu den späteren, groß angelegten internationalen pflanzengeographischen Exkursionen. Diese Reisen alle werden von *Schröter* in hohem Maße seinen Kollegien dienstbar gemacht.

Es führt uns dies über zu seiner Dozententätigkeit. Das ist sein Element. Mit dem ihm eigenen durchdringenden Weitblick hatte der damalige Schulpräsident *Kappeler* die Talente des jungen *Schröter* zu einer Zeit schon erkannt, zu der überhaupt noch nicht viele Publikationen desselben vorliegen konnten, und hat ihn zum Vertreter *Oswald Heers* während dessen Krankheit und zu seinem Nachfolger bestimmt, so daß der Jubilar trotz seines jugendlichen Alters schon auf eine 36 jährige Dozententätigkeit, wovon 31 als Professor, zurückblicken kann.

An dieser Stelle mögen einige Daten aus seinem Lebensgang eingeflochten werden. *Carl Schröter* wurde in Eßlingen bei Stuttgart geboren als Sohn von *Moritz Schröter*, dem Obergeringenieur in der Maschinenfabrik Eßlingen. Sein Vater stammte von Bielitz in Österreichisch-Schlesien und war in Karlsruhe verbürgert. Er kam dann als Professor für Maschinenbau an die Eidgenössische Technische Hochschule nach Zürich. Hier besuchten *Carl* und seine Geschwister die Primarschule, das Gymnasium und die naturwissenschaftliche Fachlehrerabteilung der Technischen Hochschule. Beim Tode des Vaters erhielten die Witwe und die Kinder wegen dessen Verdiensten das Züricher Bürgerrecht geschenkt. Der älteste Sohn *Moritz* trat in die Fußtapfen des Vaters und wurde Professor für Maschinenbau (München). *Carl* aber wandte sich den Naturwissenschaften zu und

fand starke Förderung bei dem im selben Hause wohnenden Professor der Botanik *Carl Cramer*. Nach absolvierten Studien blieb er dessen Assistent, bis er als Nachfolger von *Oswald Heer* als Professor der speziellen Botanik sein Kollege wurde.

Ein Kolleg bei *Schröter* ist ein Leckerbissen. Die Mannigfaltigkeit des sprachlichen Ausdrucks steht ihm in hohem Maße zur Verfügung. Er vermag mit spielender Leichtigkeit die schwierigsten Probleme in eine so klare, einleuchtende und interessierende Form zu bringen, daß seine Hörer für seine Fächer begeistert werden. Der Stoff wird in einer Weise gegliedert und durchgearbeitet, welche die Führung eines Kollegienheftes zum Vergnügen macht. Trotz sehr raschen Vorgehens weiß er die Hauptsachen so herauszuarbeiten, daß der Hörer gar nicht anders kann, als gerade diese zu notieren. Daneben ist die Technik der Vorlesung durch Anschauungsmaterial raffiniert ausgebildet.

Zum schönsten, was die Hochschule zu bieten vermag, gehören die *Schröterschen* Exkursionen. Auf diesen ist er unermüdlich im Zeigen der Schönheiten des Landes, im Erklären der Eigenheiten jeder Landschaft und ihrer Bewohner, alles neben dem intensiven Studium der Pflanzen, ihrer Eigentümlichkeiten, ihrer Anpassungen, ihrer Ansprüche an Klima und Boden. Jedes Jahr wieder mit derselben, eigenen Begeisterung macht er auf all das Wunderbare und Merkwürdige aufmerksam. In anregendster Form lernt man nicht nur Botanik, sondern auch allgemeine Heimatkunde. *Schröter* ist stets jung mit den Jungen. Er sorgt nicht nur für die wissenschaftliche Betätigung auf den Exkursionen, sondern auch für die Unterhaltung, für frischen, frohen Gesang, für abendliche Produktionen. Unerschöpflich sind seine eigenen Kunststücke und Produktionen, die in den Sennhütten und einsamen Bergwirthshäusern die Gesellschaft unterhalten.

Ein schöner Teil Heimatland wird in einem Sommersemester durchstreift. Die größeren Exkursionen besonders sind so richtig zum Ausbau von Freundschaften angetan. Aus vielen Abteilungen der Hochschule setzen sich die Exkursionen zusammen und jedem Teilnehmer weiß *Schröter* spezielle Aufgaben und Beobachtungen zuzuweisen, im Walde den Förstern, in den Wiesen den Landwirten, bei den offizinellen Pflanzen den Pharmazeuten, allgemeine Fragen den Studenten der Naturwissenschaften usw. Auch der Naturschutz findet seine praktische Darstellung. Dies ist ein besonders von *Schröter* ausgebautes Gebiet. Unermüdlich ist er auch hierfür tätig mit Vorträgen, mit Schriften. Nicht nur für den Kanton Zürich, für die ganze Schweiz arbeitet er an diesem hohen Ziele, einer der wertvollsten Mitarbeiter von Dr. *Paul Sarasin*, dem Präsidenten des schweizerischen Naturschutzbundes. Hohe Verdienste hat er sich um den schweizerischen Nationalpark erworben und vieles in dessen Erforschung erwarten wir noch von ihm.

Der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich wußte *Schröter* in seinen Präsidialjahren einen großen Aufschwung zu geben. Seinem segensreichen Wirken begegnen wir auch überall in der *Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*. Es ist dies eine Organisation, die den Akademikern der Wissenschaften anderer Länder entspricht in einer den schweizerischen Verhältnissen angepaßten und moderner ausgestalteten Form. 1899 bis 1904 war er in deren Zentralvorstand. Auch in verschiedenen ihrer Kommissionen war und ist er tätig. Er verhandelte mit dem Bundesrat zur Errichtung des naturwissenschaftlichen Reisestipendiums usw. Er gehörte zu den Gründern der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft. Viel hat er auch beigetragen zur pflanzlichen Verschönerung Zürichs als Mitglied der sog. Promenadenkommission, welche die Pflanzungen in den städtischen Anlagen in so musterhafter Weise anzulegen veranlaßte.

Nun noch ein kurzes Wort vom „Menschen“ *Schröter*. Wer ihn kennt, der liebt ihn. Seine Liebenswürdigkeit und stete Hilfsbereitschaft sind sprichwörtlich. Wohltuend ist sein unverwundlicher Optimismus.

Zum Schlusse wollen wir dem hervorragenden, verehrten Forscher, Lehrer und Freunde wünschen, daß ihm zu Nutz und Frommen der Wissenschaft, seiner Schüler, seiner Freunde recht lange seine jugendliche Frische erhalten bleibe.

Besprechungen.

Liebreich, Erik, Rost und Rostschutz. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Sammlung Vieweg. Braunschweig, Friedrich Vieweg u. Sohn, 1914. 112 S. und 22 Abbildungen. Preis geh. M. 3,20.

Auf den ersten Blick mag die Tatsache befremden, daß der Vorgang des Rostens des Eisens, d. h. die Bildung von Eisenoxyden unter dem Einfluß des Wassers und der Atmosphäre — eine täglich zu beobachtende Erscheinung von größter praktischer Bedeutung —, noch immer einer vollständigen Aufklärung harret. Vertieft man sich aber in die Frage, so erkennt man bald, wie verwickelt der Mechanismus dieses anscheinend so einfachen Vorganges ist und wie mannigfache, in ihrem Zusammenwirken schwer übersehbare Faktoren, je nach den waltenden Bedingungen, in Frage kommen. Zunächst bietet sich das rein theoretische Problem dar, wie der Angriff des Metalls und die Rostablagerung auf ihm zustande kommt, weiterhin entsteht die praktische Frage, ob die Theorie eine Vorhersage darüber erlaubt, ob eine bestimmte Eisensorte unter gegebenen Bedingungen angriffsfähig ist oder nicht, und schließlich ist zu erörtern, welche Mittel es gibt, um das Rosten zu verhindern.

Der Verfasser des vorliegenden kleinen, aber sehr inhaltsreichen Buches behandelt diese drei Hauptfragen mit völliger Beherrschung der sehr ausgedehnten und an den verschiedensten Stellen verstreuten Literatur und von einem durchaus modernen Standpunkte. Allgemein ist in neuerer Zeit die Anschauung durchge-

drungen, daß der Rostvorgang in folgenden zwei Phasen verläuft: 1. Das Eisen geht unter Bildung von Ferro-Ionen in Lösung (Korrosion), und 2. durch Einwirkung des Sauerstoffs werden Ferri-Ionen gebildet, eine Oxydation, die zur Abscheidung von Ferro-Ferrihydroxyd und von Ferrihydroxyd (Rost) führt. Daß die Kohlensäure hierbei nur eine untergeordnete Rolle spielt, hat sich mit einiger Sicherheit ergeben. Der Verlauf des Lösungsvorganges hängt nun in erster Linie ab von der Beschaffenheit des Metalles selbst, dessen „Lösungsdruck“, je nach der Zusammensetzung, wechselt. Jedes bearbeitete Stück Eisen zeigt an verschiedenen Stellen Ungleichheiten der Struktur und der Zusammensetzung, die zum Auftreten von Lokalströmen Veranlassung geben, wodurch der Lösungsprozeß zunächst eingeleitet wird. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß technisches Eisen, abgesehen von anderen Bestandteilen, wie Kohlenstoff, stets mit Wasserstoff beladen ist. *Liebreich* nimmt nun mit *Förster* an, daß das Normal-Potential des Eisens ($\epsilon_h = -0,453$ Volt) dem Sättigungszustande des Eisens mit Wasserstoff bei Atmosphärendruck entspricht. Befindet sich nun ein Stück Eisen in Berührung mit lufthaltigem Wasser, wie es beim Rosten der Fall ist, so wird das Potential oder der Lösungsdruck mit dem Wasserstoffgehalt in dem Sinne wechseln, daß das Metall um so edler, d. h. unangreifbarer wird, je weniger Wasserstoff es enthält. Andererseits wird aber die Verschiebung des Gleichgewichts nach der bekannten grundlegenden Beziehung von *Nernst* durch die Konzentration des einwirkenden Elektrolyten an Fe^{++} und an H^+ -Ionen mitbestimmt, ebenso aber auch durch den Sauerstoffgehalt desselben, da der Sauerstoff einmal auf den Wasserstoff des Eisens oxydierend wirkt und so das Metall veredelt — ein Einfluß, der bis zur Passivierung führen kann — und außerdem durch Oxydation die Konzentration der gelösten Fe^{++} -Ionen vermindert. Sind diese Verhältnisse schon verwickelt genug, wenn es sich um reines Wasser handelt, so sind sie in ihrem Endergebnis noch schwieriger zu übersehen, wenn die weitere Frage entsteht, in welcher Weise der Rostvorgang durch in Wasser gelöste Bestandteile, insbesondere durch Salze (Chloride, Sulfate) und durch alkalische Flüssigkeiten beeinflusst wird. Gerade dies sind Fragen von hervorragender praktischer Wichtigkeit. Bisher hat man dieselben meist durch Laboratoriumsversuche rein empirisch bis zu einem gewissen Grade zu beurteilen versucht, aber das Resultat solcher Versuche kann doch nur unter Zugrundelegung einer leitenden Theorie verstanden und befriedigend gedeutet werden. Grundlegend für eine solche höhere Betrachtungsweise des Rostvorganges sind in Deutschland die eingehenden Arbeiten von *Heyn* und *Bauer* gewesen, die vom Jahre 1907 an in den Mitteilungen des Kgl. Preuß. Materialprüfungsamtes veröffentlicht wurden. Es entspricht daher durchaus der Bedeutung dieser Arbeiten, daß ihre Ergebnisse und die aus ihnen entwickelten Anschauungen bei *Liebreich* eingehendste Berücksichtigung finden und dauernd kritisch verwertet werden. Betrachtet man die oben angedeuteten miteinander konkurrierenden Einflüsse, die sich durch andere mitbestimmende Faktoren, wie Löslichkeitsbeeinflussungen, Möglichkeit der Anwesenheit von Kolloiden im Elektrolyten, Komplexbildung usw. noch vermehren, so wird es verständlich, daß eine alle Einzelfälle umfassende Theorie des Rostens sich heute noch nicht aufstellen läßt. Immerhin werden durch die theoretische Betrachtung, die sich auf die Änderung

des Potentials in seiner Beziehung zum Lösungsdruck und der Ionenkonzentration stützt, eine Reihe schwer verständlicher, empirisch gefundener Tatsachen klar gestellt. So z. B. die Beobachtung, daß destilliertes Wasser in den meisten Fällen energischer auf Eisen wirkt als Salzlösungen, ferner, daß es bei jedem Elektrolyten ein Konzentrationsmaximum gibt, bei dem der Rostangriff am stärksten ist, daß alkalische Laugen mittlerer Konzentration eine Schutzwirkung ausüben usw.

Praktisch ergibt sich nur soviel, daß die Frage, ob eine bestimmte Eisensorte in Berührung mit einer bestimmten Flüssigkeit dem Rostangriff ausgesetzt ist oder nicht, von Fall zu Fall durch Potentialmessungen entschieden werden kann. Bei neutralen Lösungen wenigstens, bei denen das Potential des Wasserstoffs konstant anzunehmen ist, hängt die Frage, ob das Eisen in Lösung gehen kann, lediglich davon ab, ob das Potential des Eisens gegen den betreffenden Elektrolyten unedler ist als das des Wasserstoffs. In diesem Falle läßt sich mit Bestimmtheit sagen, daß das Eisen angriffsfähig ist. Allerdings ist dabei der sekundäre Einfluß des im Elektrolyten gelösten Sauerstoffs nicht berücksichtigt. Solche Messungen können also qualitativen Wert haben. Hierdurch ist natürlich ein ausreichender Schutz gegen das Rosten nicht gegeben, und so muß das Bestreben der Technik sich schließlich doch auf die Herstellung und Verwendung von möglichst wirksamen Rostschutzanstrichen richten. Der Verfasser, der an der Förderung dieser Frage selbst durch seine Arbeiten Anteil hat, zeigt in seiner Darlegung zunächst, daß durch das Auftreten elektromotorischer Kräfte zwischen Rostanstrich und Metall ersterer sogar zur Förderung der Rostbildung beitragen kann und daß andererseits ein solches Mittel das geeignetste ist, das oxydierende Wirkung mit alkalischer Reaktion verbindet. Aber auch hier lassen sich allgemeingültige Regeln für die Wahl des Mittels nicht aufstellen; dieselbe ist vielmehr von Fall zu Fall, je nach den vorliegenden Bedingungen zu treffen.

Man sieht also, daß die Theorie auf dem Gebiete der Rostvorgänge für die Praxis dieser technisch so wichtigen Erscheinung noch nicht allzuviel zu leisten vermag. Immerhin übt sie eine in mannigfacher Beziehung klärende Wirkung auf das Verständnis des Vorganges aus. In diesem Sinne darf man dem Verfasser für die eingehende und mühevolle Analyse, die er uns gegeben hat, dankbar sein.

Zu wünschen wäre es, wenn im Interesse ganz bestimmter technischer Erfordernisse andere vielumstrittene Fragen, wie z. B. die des Verhaltens von Chlormagnesiumlösungen gegen Eisen, in ähnlicher Weise einer eingehenden Diskussion unterworfen würden. Schließlich sollte dann als fernerliegendes Ziel die Korrosion des Eisens unter hohem Druck und bei hoher Temperatur im Hinblick auf die Verhältnisse des Dampfkessel- und des Druckkochbetriebes vom wissenschaftlichen Standpunkte aus behandelt werden. Es wäre dies eine der wichtigsten technischen Aufgaben. Aber freilich dürften auf diesem Gebiete die Verhältnisse noch wesentlich verwickelter liegen, als es schon unter gewöhnlichen Bedingungen der Fall ist.

R. J. Meyer, Berlin.

Brunner, W., Dreht sich die Erde? Mathem. Bibliothek. Leipzig, B. G. Teubner, 1915. 53 S. und 19 Figuren. Preis M. 0,80.

Die Frage nach dem Wesen der absoluten und relativen Bewegung ist in den letzten Jahren wieder viel-

fach diskutiert worden. In diesem Fragenkomplex spielt die gleichförmige Rotation, als besonders einfacher Fall einer beschleunigten Bewegung, insofern eine besondere Rolle, als unsere Anschauung ihr nur eine relative Bedeutung zuzusprechen geneigt ist, das Vorhandensein einer solchen Rotation aber, wie das Beispiel der Erde zeigt, auch ohne Bezugnahme auf Dinge außerhalb des rotierenden Körpers, durch Experimente im geschlossenen Zimmer, festgestellt werden kann. Infolgedessen kommt ihr nach unserer Kinematik noch eine absolute Bedeutung zu. Auf die Theorie und die Ergebnisse der wichtigsten dieser Versuche, die Rotation der Erde experimentell nachzuweisen, geht dieses kleine Buch von W. Brunner, unter besonderer Berücksichtigung der in Deutschland noch ziemlich unbekannten ausführlichen Monographie dieses Gegenstandes vom Astronomen der vatikanischen Sternwarte Hagen, ein. Man findet in demselben in knapper und leicht verständlicher Fassung die Erscheinung der östlichen Abweichung fallender Körper, die Theorie des Foucaultschen Pendelversuches und die weniger bekannten Untersuchungen des Falles in der Atwoodschen Fallmaschine, die Erscheinungen am konischen Pendel und dergleichen mehr behandelt. Das Büchlein verdient, einen großen Leserkreis zu finden.

E. Freundlich, Berlin-Neubabelsberg.

Wegener, A., Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Sammlung Vieweg, Heft 23. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. IV, 94 S. und 20 Abbildungen. Preis geh. M. 3.20.

Bekanntlich hat E. Suess die nicht sedimentären Gesteine in zwei Gruppen geteilt, nämlich in gneisartige Urgesteine und vulkanische Eruptivgesteine. Erstere hat er „Sal“ nach den Anfangsbuchstaben der Hauptkomponenten, Silicium und Aluminium, letztere „Sima“ nach Silicium und Magnesium genannt. Das weniger dichte „Sal“ schwimmt auf dem „Sima“; es berstet in einzelne Schollen, die sich horizontal verschieben. Infolge des Widerstandes der Nachbarschollen werden dünnere Teile (welche wesentlich mit Kontinentalschelfen zusammenfallen) gefaltet, bzw. so zersplittert, daß sich Deckschollen bilden, welche übereinander geschoben werden. Auf diese Weise wurde das „Sal“ auf immer geringere Räume zusammengedrängt. Ehemals bedeckte es die ganze Erde in einer etwa 35 km dicken Schicht, gegenwärtig bedeckt es nur ein Drittel der Erdoberfläche, freilich in durchschnittlich dreifacher Mächtigkeit. Den freigewordenen Raum hat das „Sima“ eingenommen; da es aber dichter ist als das „Sal“, so ragt nach Gesetzen der Isostasie das letztere aus dem ersteren hervor und bildet die Kontinente.

Das ist in großen Zügen der Inhalt der Hypothese Wegeners; wegen der Einzelheiten muß auf sein Buch verwiesen werden.

Wegener zeigt, daß seine Hypothese verschiedene Tatsachen aus der Morphologie der Kontinente, der Geologie, der Zoo- und Phytogeographie usw. sehr gut erklärt. Doch fehlt, wie er selbst hervorhebt, ein strenger Beweis. Einen solchen können nur entsprechende, von Zeit zu Zeit wiederholte geodätische Messungen liefern. Wegener versprach sich viel von der neuen, leider durch den Weltkrieg unterbrochenen Längendifferenzbestimmung Washington—Potsdam, indem ältere Bestimmungen auf ein, übrigens sehr langsames, Wachsen dieser Differenz zuweisen schienen.

Dazu muß bemerkt werden, daß eine Änderung der

Längendifferenz $A - B$ noch kein untrügliches Zeichen dafür ist, daß die Distanz AB sich geändert hat. Die Längendifferenz kann bei gleichbleibender Distanz wachsen oder abnehmen, wenn infolge Massenverlagerungen und Deformationen eine Änderung der Krümmung der Niveaulächen stattfindet. Selbst wenn bewiesen wäre, daß die Längen mehrerer europäischen Stationen im Vergleich zu den Längen mehrerer nordamerikanischen Stationen sich im selben Sinne ändern, könnten die sämtlichen Distanzen trotzdem ungeändert bleiben, wenn die Änderung der Krümmung der Niveaulächen (und, natürlich, deren Ursache) nicht rein lokaler Natur wäre, sondern größere Gebiete beträfe. Ohne Zuziehung der Distanzmessungen läßt sich kein sicherer Schluß auf Distanzänderung ziehen. Erst für sehr große Änderungen der Längen und Breitendifferenzen wird die Erklärung durch Distanzänderungen die einzig wahrscheinliche sein.

Um den Vorwurf, der ihn anläßlich seiner früheren Schriften getroffen hat, keine rationelle Ursache für horizontale Verschiebungen der Festländer angegeben zu haben, zu vermeiden, führt Wegener im 8. Kapitel seines Buches einige „mögliche“ Ursachen an, ohne sich für irgendeine entschieden auszusprechen. Nach der Ansicht des Verfassers dieser Zeilen war diese Zurückhaltung wohlbegründet; dagegen scheint ihm eine von Wegener nicht diskutierte „mögliche“ Ursache) einer näheren Prüfung würdig zu sein.

Wir sind zu sehr gewöhnt, den Bau des Erdinnern als regelmäßig aufzufassen. Doch wenigstens in der Region des „Sal“ und des „Sima“ ist und war diese Regelmäßigkeit wahrscheinlich nie vollkommen. Anders gesagt, ist und war die Isostasie wahrscheinlich immer unvollkommen. Als Folge der Abweichungen von der Isostasie müssen Strömungen des „Sima“ stattfinden, welche Schollen des „Sal“ mitführen. Mit der Zeit müßten diese Strömungen die Abweichungen vom Gleichgewichtsbau aufheben und infolgedessen aufhören. Es kommt aber hinzu die störende Wirkung der Sonnenenergie, welche durch Vermittlung der Winde, Meeresströmungen und Flüsse die Erosion und Akkumulation unterhält. Infolge des Transportes der Massen von einer Stelle zur anderen werden neue Abweichungen vom Gleichgewichtsbau (neue Störungen der Isostasie), neue Deformationen, Polverschiebungen usw. geschaffen, welche wiederum neue „Simaströmungen“ nach sich ziehen usw.

Die Klarheit und Eleganz des Stiles machen die Lektüre des Wegenerschen Buches sehr angenehm. Ferner darf das Buch auch deswegen empfohlen werden, weil Wegener die zur Stütze seiner Hypothese herangezogenen Lehren und Tatsachen vollständig beherrscht, folglich keine irrtümlichen Vorstellungen und Mißverständnisse schafft. Nur die Genauigkeit der Verbindung der Schweremessungen auf dem Meere mit denjenigen auf dem Lande scheint er etwas zu überschätzen. Die Gleichheit der Meeres- und der Landschwere ist noch nicht über jeden Zweifel erhoben.

M. P. Rudzki, Krakau.

Coulter, John Merle, Evolution of sex in plants. University of Chicago Science series. VIII, 140 S. und 46 Fig. Preis \$ 1.—.

Die Universität von Chicago gibt eine Reihe von Bändchen heraus, die, ähnlich wie es in unseren be-

1) Etwas Derartiges scheint Wegener vorgeschwebt zu haben, als er auf S. 57 von den Lotabweichungen in Nordamerika schrieb.

kannten Sammlungen „Aus Natur und Geisteswelt“ oder „Wissenschaft und Bildung“ usw. geschieht, einzelne Gegenstände aus dem Gebiete der Naturwissenschaften für einen größeren Kreis von Lesern behandeln.

Das vorliegende Bändchen beschäftigt sich mit der Entwicklung der Sexualität bei den Pflanzen und bewegt sich im allgemeinen in den üblichen, durch die botanische Lehrbuchliteratur vorgezeichneten Bahnen, ohne sich gerade durch besondere Originalität auszuzeichnen. Manche Dinge, wie die in den letzten Dezennien so eingehend studierten Fortpflanzungsverhältnisse einiger Pilzgruppen, sind gar nicht oder nur ganz oberflächlich behandelt, obwohl gerade hier eine Fülle interessanter Tatsachen und Beziehungen zur Diskussion stand. Dem Fachmanne bietet das Büchlein daher auch wenig Anregung, und andere deutsche Leser finden in den obengenannten Sammlungen — wenn auch nicht gerade unter dem gleichen Titel — über den Gegenstand mindestens ebenso gute und bequemere Belehrung, so daß sie nicht zu dem amerikanischen Buche zu greifen brauchen. J. Buder, Leipzig.

Kleine Mitteilungen.

In einer sehr interessanten und lehrreichen Arbeit hat L. Bolk die Wachstumsverschiebungen der Schädelbasis bei Affen und Menschen klargelegt (**Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des Foramen magnum am Schädel der Primaten**, *Zeitschr. Morph. Anthropol.* 1915, Bd. XVII, H. 3; S. 611—692). Verfasser untersuchte 54 jugendliche und 50 erwachsene menschliche sowie 115 Affenschädel. Nach eingehendem Studium dieses Materials ist Bolk zur Ansicht gekommen, daß während des Wachstums sowohl beim Menschen wie beim Affen die gleichen Schädelveränderungen, wenn auch in verschiedener Gradausbildung vor sich gehen. Verfasser hat sämtliche Schädel median-sagittal halbiert, mittelst Zeichenapparat auf Papier übertragen und die von ihm eingeführte „Schädelraumhorizontale“ eingezeichnet. Diese Linie geht in der Median-Sagittalen vom vorderen Endpunkt der Schädelinnenwand, da, wo sich eine Abbiegung in die obere Grenze der Nasenhöhle findet (Fronton), bis zu dem am occipitalen Schädelpol am weitesten vom Fronton entfernten Punkt (Occipiton). Von dieser Grundlinie wurde eine Senkrechte auf das Basion gefällt, durch welche sie in zwei Teile geteilt wird. Je weiter das Foramen magnum occipitalwärts liegt, um so länger muß die vordere Strecke werden. Diese vordere Teilstrecke in Beziehung zur Grundlinie gebracht ergibt einen Index, von Bolk Index basalis genannt, der über die Lage des Foramen magnum Aufschluß gibt. Je höher der Index, um so mehr ist das Foramen magnum occipitalwärts gelegen. Bei erwachsenen Affen wurde nie ein Index von 50 oder weniger gefunden; das Foramen magnum liegt bei ihnen also immer in der hinteren Hälfte des Schädels. Beim erwachsenen Menschen hingegen ist der Index basalis mit ganz seltenen Ausnahmen immer niedriger als 50; beim Kind bleibt er bis zum 8. Jahr konstant (rund 41); dann erst nimmt er mit dem Zahnwechsel zu. Trotz dieser beim wachsenden Menschen Schädel beobachteten Tatsache ist Bolk der Ansicht, ein Parallelismus zwischen Prognathie und Verlagerung des Hinterhauptloches bestehe nicht, denn unter den Affen wurde der niedrigste Index (53) bei einem Individuum der sehr prognathen *Cynocephali* gefunden, der höchste (94) bei einem *Myecetes*, wofür die mächtige

Entfaltung des Brüllapparates verantwortlich gemacht wird. Hingegen weist Verfasser einwandfrei durch Superposition jugendlicher und erwachsener Schädelbilder nach, daß die Schädelbasis am wenigsten durch das Wachstum verändert wird; sie ist der am meisten feststehende Teil des Schädels, weshalb auch eine aktive Wanderung des Foramen magnum nach vorn, wie von früheren Autoren die Winkeldrehung des menschlichen Foramen magnum aufgefaßt wurde, ausgeschlossen ist. Selbstverständlich wird man die definitive Lagerung des Hinterhauptloches beim menschlichen Schädel als eine Anpassung an neue statische Verhältnisse anzusehen haben. Aber Bolk gibt dieser alten Anschauung eine neue Auffassung, indem er ausführt, daß der aufrechte Gang nicht eine Wanderung des Hinterhauptloches frontalwärts bewirkt, sondern vielmehr eine Verschiebung occipitalwärts verhindert. Bei den Affen hingegen wird durchweg, bisweilen in bedeutendem Maße, das Basion während des Wachstums occipital verschoben. Mit diesem Vorgang geht die Neigung des Foramen magnum Hand in Hand. Der Winkel des Hinterhauptloches (zu der auf der Grundlinie errichteten Senkrechten) wird während des Wachstums occipitalwärts steiler; er schwankt bei den ausgewachsenen Affen zwischen $47^{\circ} 5'$ und $79^{\circ} 2'$, bei *Homo* hingegen beträgt er im Mittel 100° . Auch noch andere Wachstumsveränderungen an der Schädelbasis hat Verfasser untersucht. Ganz besonders erweckte die temporale Partie der Schädelbasis sein Interesse. Ebenfalls mittelst der Superpositionsmethode stellte er die Wanderung des äußeren Gehörgangs in occipitaler Richtung beim Affen und Menschen fest, weshalb Bolk den Ohrpunkt, als zu variierend, für vergleichend-kraniometrische Untersuchungen verwirft. Der Gesichtsschädel vergrößert sich in entgegengesetzter Richtung, während gleichzeitig die mittlere Partie des Gehirnschädels sich nach hinten verlängert. Da beide Wachstumsvorgänge zusammenwirken, nimmt Verfasser wohl mit Recht eine neutrale Linie in der Schädelbasis an. Er findet sie da, wo das Chiasma des Sehnerven der Schädelbasis aufliegt. Wie schon gesagt, ist das Schädelwachstum bei den Primatengenera verschieden; beim Gorilla z. B. ist es größer als beim Schimpansen, der ähnlich wie der Menschenschädel weit geringeren Umformungen unterliegt und sich am wenigsten von der fetalen Grundform entfernt. Bolk hat nicht erwähnt, daß gerade die Schädel der beiden letztgenannten Genera auch die geringsten sexuellen Differenzen aufweisen und das schwächste Muskelrelief besitzen. Ich möchte daher nicht ohne weiteres Bolks Ansicht, es bestehe kein Parallelismus zwischen zunehmender Prognathie und Verlagerung des Hinterhauptloches, beipflichten. Der angeführte Fall des *Cynocephalus* mit einem Index basalis von 53 bezieht sich auf ein Individuum, denn die Variationsbreite ist für die wenigen vom Verfasser gemessenen Exemplare sehr groß und der Mittelwert fällt auf 65. Im allgemeinen gilt aber der Satz für die Primaten: je ausgeprägter das Relief der Kau- und Nackenmuskulatur, desto größer die Umformung des Schädels, mithin auch die Verlagerung des Foramen magnum. Als ein diese Umgestaltung aufhaltendes Moment mag ja der aufrechte respektive halbrechte Gang der Primaten anzusehen sein, der, wie oben erwähnt, geradezu einen fixierenden Einfluß hat.

St. O.

Mit der Heftigkeit des romanischen Temperaments stößt G. Daniel in einem „Essai anthropologique sur les nègres et les mulâtres du Congo“ (*Revue anthro-*

pologique, Paris, 24^e année, Nr. 9 und 10, September und Oktober 1914, S. 356—372) die **anthropologische Meßmethode** als wert- und zwecklos um. Ihm ist die Anthropometrie „ein Zeitvertreib, um Seiten mit Zahlen- und Indexkolonnen zu füllen, die niemand liest und deren Daseinsberechtigung jedem zweifelhaft ist, selbst denen, die sie erfunden haben“. Kein Wunder! Herr *Daniel* hat sich für seine Reise nach dem Kongo mit einigen tausend Meßblättern ausgerüstet und nimmt an jedem Individuum wahl- und sinnlos circa 36 Maße, mit denen er nichts anzufangen weiß. Er betrachtet diese Arbeit als verloren, denn „der geringste Boy kann ausgezeichnet einen Bapoto von einem Basoko unterscheiden“. Leider vergißt Verfasser uns die Unterschiede auseinanderzusetzen, die doch sogar ein Boy so leicht herausfindet. Das ist übrigens alles, was Verfasser in seinem „*Essai anthropologique*“ Anthropologisches bringt. Mit Ausnahme von ein paar wertlosen Zahlenangaben ist der übrige Teil der Arbeit rein ethnologischen Inhalts. In 6 Abbildungen werden verschiedene Typen des belgischen Kongo vorgeführt. Das Neugeborene mit der zart rosa gefärbten Haut, das zunächst nur an Scrotum oder Labia majora eine pigmentierte Stelle aufweist, aber schon nach einem Monat seine definitive Hautfarbe erreicht hat. Mit 9 Monaten können die kleinen Kinder schon laufen. Ganz besonders kräftig ist der Nachwuchs eingeborener Soldaten, weil diese eine geregeltere Erziehung erhalten und mehr mit europäischer Lebensweise in Beziehung kommen. Im Lager von Lukula in Majumbe konnte Verfasser diese Tatsache besonders unter Leuten von Bangala, Uelle und Kasai beobachten. Unweit Lukula nach der Küste zu finden sich die Haussa, von welchen die Majumbe große holzgeschnittene Fetische als Schutz gegen Diebstahl übernommen haben. Denn so groß die Brüderlichkeit unter befreundeten Stämmen ist, ebenso groß ist das Mißtrauen gegen fremde. Die Stellung der Frau ist auch im Kongo eine niedrige: zu den Mahlzeiten sind sie als Unwürdige nicht zugelassen; hingegen betrinken sich am Sonntag beide Geschlechter ohne Unterschied. Nach den Abbildungen läßt die stark vermischte Bevölkerung keinen einheitlichen Typus erkennen. Interessant ist aber der immer wiederkehrende Lippen- und Nasensaum der Kongoneger und die mandelförmigen Augen mit den starken Lidrändern, vom Verfasser nicht beachtete Merkmale, die sich auch bei den Togo und ganz besonders auf den künstlerisch hervorragenden Bronzemasken von Benin wiederfinden. *St. O.*

Über Albinismus und dessen Begleiterscheinungen haben *E. Ebstein* und *H. Günther* in Leipzig an einer dortigen Albinofamilie von fünf erwachsenen Mitgliedern und einigen klinischen Fällen eine Reihe Untersuchungen angestellt (Klinische Beobachtungen über Albinismus, *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, Band XVII, 1914, Heft 2). Am regelmäßigsten fand sich neben der charakteristischen Pigmentarmut des Haupt- und Körperhaars, der äußeren Haut und der Regenbogenhaut von besonderen abnormen oder krankhaften anderen Erscheinungen horizontales Augenzittern (Nystagmus), Astigmatismus des Auges, geringe Sehschärfe und Brechungsfehler des Auges, Lichtscheu, Schielen; in einzelnen Fällen fehlte bei der ophthalmoskopischen Untersuchung der Reflex der Macula der Netzhaut, also die Fovea centralis retinae. Sonst sind die Augen bei Albinismus auch häufig der Sitz anderer, besonders Pupillenbildungsanomalien des Auges; die Dünnhaut und Pigmentarmut der Augen-

häute läßt das Licht leichter durch diese hindurchtreten und bedingt durch Reflexion desselben durch die Pupille den „Fulgor“ der letzteren. Die Dünnhaut der Hornhaut steht vielleicht in Beziehung zu der am Albinoauge beobachteten „Nachtsichtigkeit“. Die Haut schwitzt leicht und verfärbt sich bei Bestrahlung leicht rot. Die Vererbbarkeit des Albinismus ist unbezweifelt. In Familien, deren Glieder nicht durchgängig albinotisch sind, alterniert der Albinismus in der Progenitur oft gesetzmäßig. Doppelseitige erbliche Anlage ergibt — ebenso wie beim Tierexperiment — auch beim Menschen fast mit Sicherheit Albinismus in der Descendenz. Blutsverwandtschaft der Eltern hat in einem beträchtlichen Prozentsatz Albinismus der Nachkommen zur Folge. Körperliche Entartungszeichen sind bei Albinos häufig, namentlich sind auch manche albinotische Tiere hinfälliger als die normalpigmentierten. Im ganzen besteht im Tierreich ein Widerwille der Artgenossen gegen den Albino, weshalb letzterer im Freileben auch nur selten zur Fortpflanzung gelangt. Beim Menschen besteht keinerlei Beziehung zwischen dem Albinismus und hellfarbigen Rassen. Nicht selten ist die Taubheit der albinotischen Tiere, welche auf degenerativen Veränderungen des Cortischen Organs zu beruhen scheint. Intelligenzschwäche ist besonders bei albinotischen Tieren ebenfalls zuweilen vorhanden. Die Untersuchungen über die Ursache des Mangels an Pigmentbildung sind im Gange, jedoch noch nicht abgeschlossen. Diese selbst kann sich in einzelnen Fällen nach jahrelangem Bestehen heben, so daß der Albinismus nicht als durchaus „unheilbar“ zu bezeichnen ist.

E. J.

Im Anschluß an die von *Ebstein* und *Günther* gemachten klinischen Beobachtungen über Albinismus, besonders beim Menschen, stoße ich zufällig auf eine frühere Notiz über **Albinismus in der Tierwelt**, die bereits dem 14. Jahrhundert angehört, in *Conrad von Megenbergs* (geb. 1309, † 1374) Buch der Natur, das die erste deutsche Naturgeschichte darstellt. Dort berichtet der Verfasser, daß er einmal eine weiße Amsel gesehen, die sich im Besitz des Herrn von Hainberg, Domprobstes zu Regensburg, befand. „Dieser Vogel“, so berichtet *C. von Megenberg* weiter, „war entweder aus kaltem Samen entstanden, oder sein Vater hatte irgend etwas Kaltes gefressen, vielleicht Bilsenkrautsamen, oder etwas anderes. Vielleicht war auch beim Bebrüten irgend etwas Kaltes an die Eier gekommen, denn in demselben Neste befanden sich zwei schwarze und zwei weiße Amseln sowie eine schwarze mit einem weißen Schwanz. Daß die Kälte einen Grund für die weiße Färbung der Tiere abgibt, erkennt man bei allen in Norwegen heimischen Tieren. Das Land ist sehr kalt, und man findet dort weiße Bären, weiße Amseln, weiße Raben und graue Eichhörnchen, die in warmen Ländern grau oder schwarz gefärbt sind.“ (Nach der Übersetzung von *Hugo Schulz* [Greifswald 1897], S. 171.)

E.

Ein neuer Komet ist, wie die Kieler Zentralstelle für astronomische Telegramme meldet, auf der süd-afrikanischen Kap-Sternwarte von *Taylor* im Sternbilde des „Orion“ entdeckt worden. Dieser Komet 1915 e, der fünfte in diesem Jahre aufgefundene Haarstern, ist vorläufig noch lichtschwach, von der 11. Größenklasse und nur im Fernrohr sichtbar. Da seine Bewegung nach Norden gerichtet ist, kann er auch bei uns bequem gesehen werden. Nach der ersten Bahnberechnung schien es, als ob der Komet 1915 e sich auf parabolischer Bahn bereits vom Sonnensystem fort-

bewegte. Nach der neuesten, auf der Kopenhagener Sternwarte durchgeführten Bahnberechnung handelt es sich wahrscheinlich um einen periodischen Kometen, der erst Ende Februar in Sonnennähe kommt und außerdem mit dem Brorsenschen Kometen eine auffallende Elementenähnlichkeit besitzt.

Neue Werte über die Dimensionen des Erdsphäroids teilt *S. Wellisch* in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4822 mit, die aus den Mittelwerten der neueren geodätischen Messungen berechnet sind und für die ganze Erde, nicht für einen besonderen Erdteil, maßgebend sein sollen. Mit Berücksichtigung der klassischen Untersuchungen von *Helmert* und *Hayford* findet *Wellisch* folgende Grundzahlen für die Konstanten des Erdsphäroids:

Halbe große Achse . . . $a = 6378.42$ km
Halbe kleine Achse . . . $b = 6356.90$ km

Abplattung $\alpha = \frac{1}{297}$

Meridianquadrant . . . 10 000 2263 m

Diese neuen Werte weichen von den früheren Besselschen Zahlen in a um 1 km (neue größer), in b um 0,8 km (neue größer) und in α um zwei Einheiten der letzten Stelle (neue kleiner) ab.

Über die Beziehungen der Sonnenflecken zur Erscheinung der Sonnenringe liegen wichtige Untersuchungen von *J. Maurer* in der *Meteorologischen Zeitschrift* (1915, Heft 11) vor. Darnach finden zu Zeiten einer gesteigerten Fleckentätigkeit auf der Sonne besondere Kathodenstrahlenwirkungen unseres Tagesgestirns statt, die eigenartige, häufig gefärbte Ringbildungen um die Sonne hervorrufen. In der meteorologischen Optik müssen daher diese besonderen solaren Ringerscheinungen genauer untersucht werden.

A. Marcuse.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Meteorologische Zeitschrift; Heft 10, Oktober 1915.

Anwendung der Vektorenrechnung in der statistischen Meteorologie; von *Robert Dietzius*. Die übliche Bestimmung des Winkels zwischen den Windrichtungen unten und oben, früher und später und zwischen Wind und Druckgefälle, stößt auf Schwierigkeiten, weil bei kleinen Windgeschwindigkeiten die Winkel schwer bestimmbar und häufig meteorologisch bedeutungslos werden. Durch geeignete Definition des mittleren Winkels im Sinne der Vektorenrechnung und der Methode der kleinsten Quadrate lassen sich diese Schwierigkeiten überwinden.

Das Sinus-Logarithmenpapier und seine Verwendung bei der harmonischen Analyse; von *Paul Schreiber*. Der Verfasser hat die Firma C. Schleicher & Schüll in Düren (Rheinland) veranlaßt, für die Funktionen $y = a(\sin x)^m$ und $a(\tan x)^m$ ein Logarithmenpapier ähnlicher Art herzustellen, wie sie diese Firma bereits für die Funktionen $y = ab^x$ und $y = ax^m$ seit längerer Zeit in den Handel gebracht hat. Dieses neue Papier ist so eingerichtet, daß man Streifen mit der logarithmischen Teilung der Zahlen, der Sinus und der Tangenten abschneiden und zur Herstellung bequemer und billiger Rechenschieber verwenden kann. Der Verfasser zeigt an einem Beispiel die Anwendung eines solchen Rechenschiebers bei der harmonischen Analyse der jährlichen Temperaturschwankung in Leipzig.

Funkentelegraphische meteorologische Stationen; von *B. Thieme*. In dem Aufsatz werden die allgemeinen Gesichtspunkte, die beim Bau meteorologischer Funkenstationen in Betracht kommen, einer Besprechung unterzogen; insbesondere werden die Verwendungen auch für weitergehende, der Luftfahrtpraxis dienende Zwecke behandelt.

Die starke Nordlichtarmut in Süddeutschland und der Schweiz seit 1875; von *J. Maurer*. Seit Mitte der 70er Jahre sind Nordlichterscheinungen in unseren mittleren Breiten etwas sehr Seltenes geworden; ja die heutige Generation weiß überhaupt kaum mehr etwas davon. In der ganzen relativ langen Zeitspanne von 1875—1914 sind in der Schweiz z. B. nur 3 Nordlichter beobachtet worden, während sie vor 1875 bis zum Jahre 1840 fast alle ein oder zwei Jahre kräftig in Erscheinung traten. Über diese auffällig starke Intermission des Nordlichtphänomens, die zurzeit in tiefen Breiten beobachtet wird, vermag die Theorie kaum etwas zu sagen, trotz des längst bekannten Zusammenhangs mit dem Sonnenfleckenvorkommen. Die genauere Verfolgung des Auftretens der Nordlichter bei uns, zurück bis zum Jahre 1540 etwa, zeigt deutlich zwei Hauptepochen der Nordlichtentwicklung von 1550 bis 1640 und von 1770 bis 1874. Jeweils nach einer

starken Erhebung der Nordlichtzahlen trat dann immer wieder eine längere Dauer der Erschöpfung ein, so nach 1630—1760, und nun ebenso auch nach dem Jahre 1875. Danach zu schließen, dürften auch die kommenden Jahrzehnte noch nicht besonders reich an Erscheinungen des Polarlichtes werden in unseren Breiten.

Geographische Zeitschrift; Heft 11, November 1915.

Die deutschen Südseebesitzungen; von *K. Sapper*. Es wird der Versuch gemacht, den Wert festzustellen, den die deutschen Südseebesitzungen für das deutsche Volk haben. Die Südseebesitzungen sind durchaus tropisch, kommen also für unsere Auswanderer nicht in Betracht; aber Plantagen- und Bergbau haben stellenweise sehr gute Aussichten und geben zum Teil schon bedeutenden Ertrag. Die wirtschaftliche Entwicklung steht ungefähr im umgekehrten Verhältnis der Fläche der betreffenden Landindividuen, da das Binnenland allenthalben noch ganz unentwickelt ist (Ausfuhrwert pro 100 qkm 1912: Mikronesien 280 000 Mark, Samoa 194 000 M., Bismarckarchipel und Salomonen etwa 6000 M., Kaiser-Wilhelm-Land unter 1000 Mark). Wenn schon der wirtschaftliche Wert unserer Südseebesitzungen hoch angeschlagen werden kann, so noch mehr der politische Wert, da sie weit vorgeschobene Vorposten des Deutschturns und Stützpunkte unseres Handels und unserer Flotte im größten Meere der Erde sind und sein werden.

Beihefte zum Botanischen Zentralblatt; Band 32, Abteil. I, Heft 3, 1915.

Anatomische Untersuchungen über die Gattungen Actinidia, Saurauia, Clethra und Clematoclethra; von *Susanna Lechner*. Die Arbeit behandelt die Stellung der 4 Gattungen im System durch Heranziehung der anatomischen Merkmale, indem Achse, Blatt, Samen, Samenanlagen und Pollen einer eingehenden Untersuchung unterzogen werden. Es ergab sich, daß wohl so manche Berührungspunkte mit Dilleniaceen und Ericaceen vorliegen, die eine frühere Einreihung in diese Familien begründet, daß sie sich aber in ihrer Gesamtheit nicht unbedingt der einen oder anderen Familie anschließen, und daß es am zweckmäßigsten erscheint, Clethra, welche insbesondere durch den Mangel an Raphiden eine isolierte Stellung einnimmt, als selbständige Gruppe beizubehalten, Saurauia, Actinidia und Clematoclethra aber als selbständige Gruppe der „Actinidiaceen“ nach den Dilleniaceen zu stellen. Außerdem enthält die Arbeit eine Schilderung des Armpalisadengewebes, wie es sich in mannigfacher Ausbildung bei den meisten Arten von Saurauia, Clethra und Clematoclethra nachweisen ließ, und eine Diagnose

der exomorphen Verhältnisse der Blüte und der anatomischen von Achse und Blatt von *Sladenia celastrifolia* Kurz Ms.

Biochemische Zeitschrift; Band 71, Heft 4/5, 1915.

Einfluß der Nahrung und der Bewegung auf den Blutzucker; von W. Moraczewski. Es wurde in drei Versuchsreihen nachgewiesen, daß der Blutmehr durch Kohlenhydrate, am meisten durch Eiweiß und schließlich auch durch Fett ernährung vermehrt werden kann, wenn der Organismus ausgehungert ist. Bei gut Ernährten ist der Unterschied der Nahrungsarten geringer. Die Bewegung steigert den Blutmehr deutlich bei Kohlenhydratnahrung, unbedeutend bei Fett nahrung. Bei Diabetikern ist auch bei Fett nahrung die Bewegung zuckersteigernd.

Über eine labile Eiweißform und ihre Beziehung zum lebenden Protoplasma; von Oskar Loew. Ein sehr labiler Eiweißkörper kommt im Pflanzenreich weit verbreitet vor. Er läßt sich in den Zellen durch schwache Basen in unverändertem Zustande ausscheiden, wobei er in Form glänzender Tropfen erscheint (Proteosomen). Diese coagulieren unter denselben Bedingungen, unter denen das Protoplasma ab stirbt, wie Erhitzen auf 56°C, Einwirkung von Alkohol, verdünnten Säuren, Cyanwasserstoff, Hydrazin, Formaldehyd. Die Tropfen werden dabei unter Wasserverlust hohl, fest und unlöslich. Es existieren einige Beziehungen zwischen diesem labilen Eiweißstoff und dem lebenden Protoplasma, die sich unter anderen auch daraus ergeben, daß zwischen dem labilen Eiweiß und dem coagulierten dieselben Tincti onsunterschiede bestehen, wie zwischen lebendem und totem Protoplasma.

Weitere Beiträge zur Frage der organischen Ernährung grüner Blütenpflanzen; von Th. Bokorny. Bisher wurden die im Titel benannten Untersuchungen hauptsächlich an Algen oder, wenn an Blütenpflanzen, dann an beliebigen aus dem botanischen Garten entnommenen Pflanzen ausgeführt. Verfasser wählte diesmal Kulturpflanzen, weil die Frage der organischen Ernährung hier auch eine praktische Bedeutung hat. Kohl pflanzen, Roggen, Weizen und andere Getreidearten, Erbsen usw. wurden mit Methylalkohollösungen von entsprechender Verdünnung unter Zusatz von Nährsalzen 3 Monate lang regelmäßig begossen, desgl. mit Methylallösungen, Glycerinlösungen. Dann wurde das Erntegewicht bestimmt und mit dem von Kontrollpflanzen verglichen. Es ergab sich vielfach ein namhafter positiver Ausschlag.

Über die Verwertung des Blutes zur menschlichen Ernährung und das Verhalten des Formaldehyds im Organismus; von E. Salkowski. Verfasser findet den Nährwert des Blutes (Rinderblutes) dem des Fleisches gleich. Die für den Vertrieb des Blutes wünschenswerte Konservierung stößt auf die Schwierigkeit, daß das Konservierungsmittel vor dem Gebrauch entfernt werden muß, was zwar nicht schwierig aber umständlich ist. Eine volle Konservierung läßt sich nur durch Formalin erreichen, das nach S. sich bis auf unschädliche Reste entfernen läßt und überhaupt nicht so giftig ist, wie man allgemein annimmt. Diese Erkenntnis verdient besonderes Interesse.

Studien zur Gerinnungsphysiologie; von E. Herzfeld und R. Klinger. Anwendung obiger Theorie auf den Gerinnungsvorgang. Fibrinogen ist ein durch seine Abbauprodukte in Lösung gehaltenes Fibrin und dieses ein seiner Spaltprodukte beraubtes Fibrinogen. Die Gerinnung müßte durch alle Vorgänge oder Substanzen ausgelöst werden, die dem Fibrinogen seine Abbauprodukte entziehen. Es folgen eine Anzahl Versuche, deren Ergebnisse diese Theorie stützen.

Biochemische Zeitschrift; Band 71, Heft 6, 1915.

Eine einfache Methode zur quantitativen Bestimmung sehr geringer Kaliummengen; von H. J. Hamburger.

Die Methode beruht auf der Volumenbestimmung mittels Zentrifugalkraft des durch Natriumkobaltdinitritlösung herbeigeführten orangefelben kristallinen Niederschlags von Kaliumnatrium-Kobaltdinitrit (Kobaltgelb), $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3(\text{K/Na NO}_2) + n \text{ aq.}$ Im Gegensatz zum Platinverfahren beeinträchtigt die Gegenwart großer NaCl-Mengen die Zuverlässigkeit nicht. Auch Ca, Mg, SO_4 dürfen vorhanden sein. Die Vorbereitung zur Kaliumbestimmung im Aschenauszug beschränkt sich auf Entfernung der Phosphorsäure. Der Versuchsfehler bleibt hinter 0,0001 g Kalium, gleichviel, ob viel oder wenig Kalium vorhanden ist.

Über die Beziehungen der tödlichen Dosis zur Oberfläche; von Karl Kisskalt. Zur Feststellung der individuellen Disposition für Vergiftungen wurde mehreren hundert Ratten die eben tödliche Dosis Koffein injiziert. Dabei zeigte sich, daß die Disposition bei gleichschweren Tieren nur in geringen Grenzen schwankt; aus der Kurve kann man schließen, daß eine mittlere Widerstandsfähigkeit am häufigsten vorkommt und Abweichungen davon um so seltener, je größer sie sind. — Dreyer hat das Gesetz aufgestellt, daß die Wirkung eines Giftes umgekehrt proportional der relativen Blutmenge und somit der Oberfläche sei. Dieses Gesetz konnte nicht bestätigt werden. Große Tiere mit kleiner Oberfläche sind zwar nach dem Gewicht berechnet empfindlicher, was sich als Alterserscheinung deuten läßt; aber auch nach der Oberfläche berechnet sind sie nicht gleich, sondern weniger empfindlich als mittlere. Für kleine Tiere stimmt das Gesetz noch weniger; sie sind nicht nur nach dem Gewicht, sondern auch nach der Oberfläche berechnet wesentlich empfindlicher als mittlere.

Über Strahlenwirkung auf Kolloide; von Walther Löb. Unter Bezugnahme auf die Arbeit von Fernau und Pauli (Biochem. ZS. 70, 426, 1915) wird auf die bereits mitgeteilte Beobachtung des Verfassers hingewiesen, nach der durch die stille Entladung Stärke bereits vor der Ausflockung eine Zustandsänderung erfährt, die die Stärke gegenüber Diastase weit resistenter macht.

Untersuchungen über die Verbrennung in den Lungen und einige Bemerkungen über die Bestimmung der Gase des Blutes; von V. Henriques. Außer einigen Bemerkungen über die Bestimmung der Gase des Blutes werden Versuche mitgeteilt, bei denen die Kohlensäureausscheidung und die Sauerstoffaufnahme durch die Lungen bestimmt werden, gleichzeitig mit dem Gasgehalt des zur Lunge strömenden und des aus der Lunge kommenden Blutes. Vor und nach den Versuchen wird die Blutmenge bestimmt, die in der Zeiteinheit durch die Lungen strömt. Aus den gefundenen Zahlen geht hervor, daß die von Bohr und Henriques aufgestellte Lehre von einem besonderen Verbrennungsprozeß in den Lungen sich nicht aufrechterhalten läßt.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. November 1915.

Die Quantenhypothese für Molekeln mit mehreren Freiheitsgraden (erste Mitteilung); von Max Planck. Die für die Quantenhypothese charakteristische Annahme, daß der von den Koordinaten und Impulsen einer Molekel gebildete „Zustandsraum“ eine ganz bestimmte Struktur besitzt, insofern er in bestimmte Elementargebiete der Wahrscheinlichkeit zerfällt, wird in dieser Arbeit durchgeführt für den einfachsten Fall, daß die Grenzflächen der Elementargebiete zugleich Flächen unsteter Energie sind. Daraus ergibt sich beispielsweise auch ein Ausdruck für die spezifische Wärme eines zweiatomigen Gases.

Bemerkung über die Entropiekonstante zweiatomiger Gase; von Max Planck.

Notiz zu unserer Arbeit „Experimenteller Nachweis der Ampèreschen Molekularströme“; von A. Einstein und W. J. de Haas.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Dezember 1915.

Über eine Störung der elektrischen Nachwirkung durch elastische Hysteresis; von H. Jordan. Es werden Stäbe aus reinem Metallguß (Voigt, Wied. Ann. 1892) schnellen Änderungen der Biegemomente unterworfen, und der Verlauf der nachfolgenden Biegeänderungen wird mit der Theorie der elastischen Nachwirkung verglichen. Bis zu Dilatationen von 2×10^{-4} in der Oberfläche überlagern sich bei Al die von jeder Änderung hervorgerufenen Nachwirkungen gemäß der Theorie. Bei Fe gilt die Superposition für die Änderung der Kraft $+\Delta P$ (einfache Nachwirkung, Proportionalität mit ΔP) und für $+\Delta P$, $-\Delta P$ (einfache Rückkehr). Bei der cyclischen Folge: $+\Delta P_1$, $+\Delta P_2$, $-\Delta P_2$, $-\Delta P_1$ ist nach $-\Delta P_2$ ein Teil der von $+\Delta P_1$ eingeleiteten Nachwirkung zerstört. — Im Gegensatz zu Al ist also bei der cyclischen Folge nicht reine Hysteresis abtrennbar. — Die relativ großen nachwirkungsähnlichen Vorgänge bei Zn sind entgegen der Theorie bei Wiederholungen vom Abstand der Versuche abhängig. Nach längerer Ruhe stellt sich freiwillig Anfangszustand her.

Physikalische Zeitschrift; Nr. 22, 1915.

Das Verhalten der Röntgenröhre im praktischen Röntgenbetriebe; von Paul Ludewig. Ausgehend von den von H. Kröncke experimentell bestimmten statischen Charakteristiken von Röntgenröhren wird unter bestimmten, vereinfachenden Annahmen eine Theorie für das Verhalten der Röntgenröhre unter den in der Praxis vorkommenden Versuchsbedingungen gegeben. Es läßt sich mit ihrer Hilfe der Verlauf der Spannung an der Röhre ableiten und so eine dynamische Charakteristik zeichnen. In einem ausführlichen Abschnitt wird dann eine Anzahl von Versuchsergebnissen des praktischen Röntgenbetriebes erklärt und für das Problem der Erzeugung sehr harter Röntgenstrahlen eine neue Lösung gegeben.

Über die Dispersion der Drehung der Polarisations-ebene in Kristallen; von M. Born. Die Arbeit enthält eine Ergänzung der Resultate, die in des Verfassers Buch „Dynamik der Kristallgitter“ (B. G. Teubner 1915) dargestellt sind.

Annalen der Physik; Heft 22, 1915.

Die Struktur schleimig-kristallinischer Flüssigkeiten; von O. Lehmann. Das schleimig-kristallinische Ammoniumoleathydrat besteht sowohl in Ruhe wie in Strömung aus geradlinigen Molekülreihen, die sich optisch wie einachsige Stäbchen verhalten, mechanisch wie Säulen aufeinandergeschichteter tellerförmiger (hemimorpher) astatischer Magnetsysteme. Die Enden dieser Molekülreihen, deren Länge und Richtung sich bei der Strömung beständig ändert, befinden sich stets auf Unstetigkeitslinien der Struktur, die in gegenseitiger Abhängigkeit stehen (z. B. Basisrand und Achse eines Kreiskegels oder zwei wie Kettenglieder verschlungene Ellipsen oder zwei sich nicht schneidende zueinander senkrechte Gerade), auch kann die Anordnung eine fächerartige sein. Die tellerförmigen Moleküle schieben sich leicht parallel ihrer Fläche aneinander vorbei, schnappen aber gewissermaßen ein, sobald ihre Achsen übereinstimmen. Bei Torsion verhalten sie sich wie Lenkrollen.

Oberflächenspannung und Krümmung der Kapillarschicht. Interpretation des labilen Teils der theoretischen Isotherme; von G. Bakker. Die Kapillarschicht eines kugelförmigen Flüssigkeitströpfchens oder einer kugelförmigen Dampfblase (eines einheitlichen Körpers) wird als die Übergangsschicht zwischen der Flüssigkeit und dem Dampf betrachtet und die Grenzen dieser Schicht so gewählt, daß ihre Dichte die halbe Summe der Dichten der Flüssigkeit und des Dampf-

tes ist. Konstruiert man nun für jede kugelschalenförmige Kapillarschicht, welche ein kugelförmiges Flüssigkeitströpfchen oder eine kugelförmige Dampfblase einhüllt (für eine bestimmte Temperatur), den Punkt, der durch seine Koordinaten den Druck in der Längsrichtung bzw. das spezifische Volumen dieser Kapillarschichten darstellt, so bilden diese Punkte gerade den labilen Teil der theoretischen Isotherme.

Die Koeffizienten der inneren Reibung bei Gemischen von Helium und Wasserstoff; von Arthur Gille. Die Arbeit — eine Präzisionsmessung — ist nach der Transpirationsmethode mit dem Apparat von H. Schultze ausgeführt. Unter Berücksichtigung einer neuen Korrektur findet Verfasser zunächst für Luft von 0° : $\eta_0 = 1722,1 \cdot 10^{-7}$ in guter Übereinstimmung mit Vogels Mittelwert $1724 \cdot 10^{-7}$. Die Werte für die sorgfältig dargestellten und geprüften reinen Gase bestätigen frühere Messungen in Halle; die Reibungskoeffizienten für 7 Mischungen ließen sich weit besser nach der Formel von Thiesen, als nach der von Puluj darstellen. Die sonst beobachtete Vergrößerung des Reibungskoeffizienten durch geringe Beimengung von Wasserstoff tritt bei Helium nicht auf. Sutherlands Formel für die Abhängigkeit von der Temperatur bewährte sich sehr nahe.

Über Phosphoreszenzerregung durch Kanalstrahlen; von E. Rüchardt. An einem durch ein elektrisches Feld zerlegten Wasserstoffkanalstrahl wurde die durch geladene und neutrale Kanalstrahlteilchen an SrBiNa-Phosphor erregte Phosphoreszenz untersucht. Die Phosphoreszenzintensität ergab sich als von der Ladung unabhängig. Ferner wurde die Phosphoreszenzhelligkeit proportional der erregenden Teilchenzahl und der um eine Konstante verminderten kinetischen Energie des einzelnen Teilchens gefunden. Führt man die letzterwähnte Abhängigkeit auf eine quantenhafte Emission der Phosphore zurück, so läßt sich das Plancksche Wirkungsquantum berechnen. Es wurde, in befriedigender Übereinstimmung mit Planck, $h = 8,3 \cdot 10^{-27}$ gefunden.

Annalen der Physik; Heft 23, 1915.

Über radioaktive Schwankungen bei Verwendung nicht gesättigter Ströme; von A. Ernst. Die beobachtete prozentische Strahlungsschwankung eines radioaktiven Präparates nimmt mit abnehmendem Sättigungsgrade des zur Messung dienenden Ionisationsstromes ab, worauf zuerst Edgar Meyer hingewiesen hat. Diese Erscheinung wird experimentell weitgehend untersucht und auf Grund einer Theorie der Schwankungsmessungen von Campbell erklärt. Die Arbeit enthält ferner eine neue Methode zur Berechnung der Schwankungen sowie ein einfaches Kriterium für die Zuverlässigkeit der Messungen.

Die prinzipielle Bestimmbarkeit der berechtigten Bezugssysteme beliebiger Relativitätstheorien; von Erich Kretschmann. Nachdem die durch physikalische Beobachtungen allein gewinnbaren Raum- und Zeitbestimmungen im ersten Abschnitte der Arbeit als wesentlich topologische festgestellt sind, werden im nächsten Abschnitte die begriffliche Bestimmung eines „berechtigten“ Bezugssystems durch die physikalische Theorie und im folgenden als Hauptfrage die prinzipiellen Bedingungen seiner wirklichen Bestimmbarkeit untersucht. Die gewonnenen allgemeinen Ergebnisse werden schließlich auf die bisher aufgestellten Relativitätstheorien angewandt.

Die spezifische Wärme des Platins und des Diamanten bei hohen Temperaturen; von A. Magnus. Die spezifische Wärme des reinen Platins wurde mit einem großen Kupferkalorimeter zu

$$c_p = 0,03159 + 5,8468 \cdot 10^{-6} t,$$

gültig für das Intervall von 150° — 850° , ermittelt. Die spezifische Wärme von Diamant und Gra-

phit wurde aus H. F. Webers Versuchen bei hohen Temperaturen neu berechnet und zeigte beim Diamanten guten Anschluß an die bei tieferen Temperaturen beobachtete Kurve. Zur theoretischen Verwertung mußte für Diamant im ganzen Temperaturgebiet $C_p = C_v$ angenommen werden.

United States Geological Survey; 1915.

Die Fauna der Wewokaformation von Oklahoma; von G. H. Girty (Bull. Nr. 544, 353 S. mit 35 Tafeln). Die Wewokaformation ist eine der Pennsylvanischen Formationen von Oklahoma und ist in den Abschnitten Wewoka und Coalgate aufgeschlossen. Sie wird von wechsellagernden Schichten von Schiefer-ton und Sandstein von insgesamt etwa 210 m Mächtigkeit gebildet. Die Versteinerungen finden sich im Ton eingebettet und wittern aus diesem heraus. Ihre Erhaltung ist ungewöhnlich gut; der kohlen-saure Kalk, aus welchem sie ursprünglich bestanden, ist durch eine Mischung von Kalk, Magnesia und Eisenverbindungen ersetzt. Soviel bis jetzt bekannt ist, umfaßt die Fauna der Wewokaschichten ungefähr 150 Arten. Brachiopodenarten sind verhältnismäßig selten, die Pelecypoden sowie die Gastropoden zahlreich; die Cephalopoden sind durch eine recht umfangreiche und interessante Gruppe von Arten vertreten.

Die Fauna des Sandsteins von Batesville in Nordarkansas; von G. H. Girty (Bull. Nr. 593, 170 S. mit 11 Tafeln). Der Sandstein von Batesville lagert über dem Schiefer-ton von Moorefield, dessen Fauna in einer früheren Abhandlung beschrieben ist. Die Fossilien in Sandsteinen sind selten gut erhalten, man kann deshalb auch nur selten befriedigende Ergebnisse bei Unterscheidung der Gattungen und Arten erhalten. Die im vorliegenden Bericht beschriebenen Fossilien enthalten dagegen nicht nur in der Gegend von Batesville, sondern auch bei Marshall gesammeltes Material. In einer früheren Arbeit von Weller sind beiläufig nur einige dreißig Arten festgestellt, demgegenüber sind in der vorliegenden ungefähr 128 beschrieben; von diesen sind darum auch die meisten in der Fauna des Batesvilleschen Vorkommens neu. Es wurde gefunden, daß die Fauna des Sandsteins von Batesville sehr von derjenigen der darunter liegenden Tone von Moorefield abweicht; ihrem Alter nach gehört sie zu dem Gebiet des oberen Mississippi. Ihre Beziehung zu den anderen Faunen wird ausführlich erörtert.

Die Fauna des sog. Boonefeuersteins bei Batesville; von G. H. Girty (Bull. Nr. 595, 458 S. mit 2 Tafeln). Der Schiefer-ton von Moorefield enthält eine Fauna, welche in mancher Beziehung viel mehr an Devonische Formen als an solche der Carbonperiode erinnert. Bei Batesville ruhen diese Tone auf dem Boonekalkstein und -feuerstein. Der erstere besitzt das Alter der Schichten vom Gebiet des Osageflusses, und seine Fauna unterscheidet sich weitgehend von der des Moorefieldtones. Die in den Feuerstein führenden Schichten enthaltene Fauna ist anders als die des typischen Boone beschaffen. Insgesamt wurden 35 Arten gesammelt; praktisch kommen alle auch in den darüberliegenden Moorefieldschichten vor. Diese enthalten an ihren untersten Teilen einige Lagen dunkelgrauen Kalksteins, der größte Teil der Formation besteht aber aus grünschwartzem Schiefer-ton. Die untersten Schichten, der sog. „Spring-Creek“-Kalkstein, liefern beinahe alles, was als Fauna der Moorefieldformation bekannt geworden ist. Einige wenige Formen im tonigen Teil erschließen eine von der im „Spring-Creek“-Kalk gefundenen beträchtlich abweichende Fauna; die Bezeichnung Moorefieldschichten ist daher auf die Schiefer-tone allein zu beschränken, und der „Spring-Creek“-Kalk ist mit der liegenden Formation zu vereinigen; die feuersteinhaltigen Schichten, welche dieselbe Fauna

wie diese führen, entsprechen wahrscheinlich den Boone-schichten bei Marshall sowie den dunklen Schiefer-tonen im westlichen Tennessee, welche eine Fauna wie die der „Spring-Creek“-Kalke enthalten.

Die Fauna des Boonekalksteins bei St. Joe, Arkansas; von G. H. Girty (Bull. Nr. 598, 50 S. mit 3 Tafeln). Der Kalkstein von St. Joe zuunterst des Boonekalksteins bildet die ältesten Sedimente der Carbonperiode in dieser Gegend. Die in vorliegender Mitteilung beschriebenen Fossilien umfassen 30 Arten, von welchen einige neu sind. Diese Fauna ist derjenigen von Fern Glen im nördlichen Missouri sehr ähnlich; es wird eine Beziehung bestätigt, welche Weller nahegelegt hatte. In der vorliegenden Abhandlung wird auch der von Weller zwischen den Faunen von Fern Glen und Chouteau angenommenen Beziehung zugestimmt und nahegelegt, daß die Chouteauschichten dem Kalkstein von Burlington verwandt sind. Die recht interessante Fauna der Booneformation über den Schichten von St. Joe umfaßt 32 Arten, von denen viele neu sind. Sie läßt eine bedeutende Änderung in der Ausbildung der Organismen nach der Zeit von St. Joe erkennen, und die darauf folgende Fauna hat weder die Facies von Burlington noch die von Keokuk.

Die Beziehung der Kreideformation zum Felsengebirge in Colorado und Neumexiko; von Willis T. Lee. (Professional Paper 95, S. 27—58.) Es wird in dieser Arbeit bestritten, daß das Felsengebirge als Inseln aus dem Kreidemeer herausgeragt habe; es wird vielmehr angenommen, daß das Felsengebirge der Steinkohlenzeit in Trias und jüngerem Jura abgetragen und dann vom Meere überflutet wurde, um dann zu Ende der Jurazeit über dasselbe gehoben zu werden. Zu Beginn der Kreidezeit fand neuerdings Senkung des ganzen Gebiets des Felsengebirges statt, und nach einer fluviatilen Ablagerungsperiode der Unteren Kreide, nämlich der Morrisonzeit, folgten in der Oberen Kreide die marinen Sedimente, so die Dakotasandsteine. In der Nähe des Gestades des Kreidemeeres entstanden zahlreiche Sümpfe mit Torflagern, welche später in Kohle umgewandelt wurden. Am Ende der Kreide fand eine neuerliche sehr bedeutende Hebung des Gebiets des Felsengebirges statt, und Schichten, welche ehemals 1500 m unter dem Meeresspiegel lagen, erreichten eine jetzige Höhe von 4000 m über demselben. Die gleich wieder einsetzende Erosion entfernte teilweise die Kreidesedimente, so daß deren Gerölle im älteren Tertiär anzutreffen sind.

Über die Gründe dafür, daß die Morrisonformation am Anfang der Kreidezeit erscheint; von Willis T. Lee. (Geological Society of America, Vol. 26, S. 303—314.) Das Felsengebirge der Steinkohlenzeit wurde während der Trias und der älteren Jurazeit durch Erosion eingeebnet und im jüngerem Jura vom Meere überflutet. Am Ende der Juraperiode fand eine schwache Hebung des Festlandes statt, so daß das Jurameer abließ. Bald danach begann das Innere Nordamerikas sich langsam zu senken, und damit fingen auch fluviatile Ablagerungen auf dem jurassischen Meeresboden an. Diese Sedimente bilden die Morrisonformation und liegen konkordant über den jurassischen, marinen Ablagerungen. Sie sammelten sich in dem ehemaligen Meeresbecken und breiteten sich auch über dessen Rand von Neumexiko bis Montana und von Utah bis Kansas aus, zum Teil auf ältere Formationen übergreifend. Es bildeten sich zahlreiche Sümpfe, Lagunen und seichte Seebecken, in welchen die gewaltigen Reptilien der Morrisonzeit lebten. Die Abwärtsbewegung des Festlandes erfolgte langsam, daher die große Gleichmäßigkeit der Ablagerungen; ihren Höhepunkt erreichte sie erst in der Bildung des großen Meeresbeckens der Oberen Kreide. Das Alter der Morrisonformation ist also jedenfalls das der Unteren Kreide.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 3.

21. Januar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Ortsbestimmung auf See. Von *Prof. Dr. H. E. Timerding, Braunschweig*. S. 29.

Zoologische Mitteilungen. S. 36—38.

Heliotropismus. Künstlich gezüchtete Fische blind. Normales Vorkommen von Bakterien. Eier mit drei Dottern. Kieselschwämme. Empfindlichkeit der Lachse und Heringe. Fischbandwurm.

Widerstand der das Moos bewohnenden Bdelloiden gegen die Trockenheit.

Physikalische Mitteilungen. S. 38—40.

Probleme der Momentröntgenographie. Über günstige Entladungsform der Röntgenapparate. Über den Spannungsverlauf an Röntgenröhren. Zur Frage der Härtmessung der Röntgenstrahlen. Zur Herstellung von Röntgenspektralaufnahmen.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Reichsfinanzreform und Innere Reichspolitik 1906—1913

Ein geschichtliches Vorspiel zu den Ideen von 1914

Von

Dr. Hans Teschemacher

Preis M. 2.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Hilfsbuch für Schiffsoffiziere und Navigationsschüler

Von

Johannes Müller

Offizier des Norddeutschen Lloyd

Mit zahlreichen Figuren und einer farbigen Tafel

In Leinwand gebunden Preis M. 8.—

Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis

Von

Paul Seliger

Vermessungs-Dirigent in der Kgl. Preuß. Landes-Aufnahme

I. Teil:

Einführung in die Topographie,
Einführung in die Bildmessung,
Normal-Stereogramm

Mit 111 Textfiguren

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

21. Januar 1916.

Heft 3.

Die Ortsbestimmung auf See.

Von Prof. Dr. H. E. Timerding, Braunschweig.

Mehr als je ist uns gegenwärtig durch den Krieg mit England die Bedeutung der Seefahrt vor Augen gerückt, und mehr als je macht sich das Bedürfnis geltend, das Verständnis für die Aufgaben der Seefahrt in weitere Kreise zu tragen, denn dadurch wird nicht bloß die Teilnahme an den Vorgängen auf See vertieft, es wird auch die Erkenntnis der wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse eröffnet, die mit der Seefahrt zusammenhängen.

Was wir hier behandeln wollen, ist nur eine besondere Aufgabe aus dem weiten Bereich der Fragestellungen, zu denen die Seefahrt Anlaß gibt. Aber es ist vielleicht in technischer Hinsicht die Grundaufgabe. Naturgemäß ist die erste Frage, die sich erhebt, wenn ein Schiff über den Ozean fährt: Wie stellt der Schiffsführer es an, daß er den richtigen Weg findet? Die Beantwortung dieser Frage hat nicht bloß ein unmittelbares sachliches, sie hat auch ein gewisses methodisches Interesse. Sie gelingt mit Hilfe der Mathematik, und das zeigt, wie diese vielfach nur als eine Art geistiger Sport aufgefaßte Wissenschaft auch in ihren elementaren Teilen eine sehr greifbare reale Bedeutung haben kann. Gleichzeitig offenbart sich aber auch, daß nicht etwa fertige Formeln und ein für allemal ausgebildete Verfahren Anwendung finden, sondern wie die Besonderheit der praktischen Aufgabe den Lösungsweg von Anfang bis zu Ende bestimmt. Wenn wir dabei sehen, daß wir auf dieselben Bahnen geführt werden, welche die elementare Geometrie von sich aus eingeschlagen hat, so lehrt uns das, daß eine Orientierung der Mathematik nach praktischen Gesichtspunkten die theoretische Beschäftigung mit ihr nicht lähmt oder ertötet, sondern belebt und kräftigt.

Die Aufgabe der Schiffsführung ist zunächst die Festlegung des von dem Schiffe zurückzulegenden und des zurückgelegten Weges. Beim Segelschiff, das von Wind und Wetter abhängt, ist bei der Bestimmung des *zurückzulegenden Weges* nur das Ziel dieses Weges und ungefähr die Art, wie das Schiff dorthin gelangen kann, festlegbar. Im einzelnen hängt der Weg des Schiffes ab von Stärke und Richtung des Windes, den es antrifft. Der Dampfer dagegen kann sich einen bestimmten Weg vorzeichnen, den er einhalten will. Dieser „Track“ wird so festgelegt, daß auf ihm das Schiff ungefährdet und in möglichst kurzer Zeit sein Ziel erreicht. In erster Linie ist daher für ihn der kürzeste Weg auf der Erd-

kugel, der durch den Bogen eines größten Kreises auf ihr gegeben wird, maßgebend.

Der Track wird in der Seekarte eingezeichnet, und es ist festzuhalten, daß die im Navigationszimmer aufliegende Karte des Gewässers, in dem sich das Schiff gerade befindet, die Grundlage für die ganze Navigation bildet. Die Genauigkeit, die durch eine sorgfältige Zeichnung in dieser Karte erreicht wird, ist für die Aufgaben der Seefahrt hinreichend, und umgekehrt lassen sich die Ergebnisse der angestellten Beobachtungen mit der dabei erreichbaren Genauigkeit unmittelbar in die Karte eintragen. Es ist daher von vornherein klar, daß es am einfachsten ist, so weit wie irgend möglich alle Bestimmungen an eine Zeichnung in der Seekarte anzuknüpfen. Derart erkennen wir bereits den Zusammenhang, der zwischen den Methoden der Schiffsführung und denen der ebenfalls unmittelbar an die Zeichnung anknüpfenden elementaren Geometrie bestehen muß.

Die Seekarten sind alle nach der bekannten Merkatorprojektion entworfen, und zwar deshalb, weil bei dieser Projektion allein der Kurs des Schiffes, nämlich der Winkel, den die Fahrtrichtung mit der Nordrichtung bildet, in der wahren Größe erscheint und gleichzeitig die Nordrichtung, d. h. die Richtung des Meridians, in allen Punkten der Karte dieselbe ist. Die Meridiane stellen sich als parallele gerade Linien dar, die von dem Äquator und den Breitenparallelen senkrecht durchschnitten werden (vgl. Fig. 1).

Was nun die zweite und hauptsächlichste Aufgabe der Schiffsführung betrifft, die Bestimmung des von dem Schiff *zurückgelegten Weges*, so kann man sich an den allgemeinen geometrischen Satz erinnern, daß eine gekrümmte Linie, also auch der Schiffsweg, bestimmt ist, wenn für jeden Punkt der Kurve ihre Richtung und gleichzeitig die Länge des Kurvenbogens von einem festen Anfangspunkte bis zu dem veränderlichen Punkte angebar ist. Das führt dazu, für jeden Augenblick oder wenigstens für genügend nahe beieinander liegende Zeitpunkte die Fahrtrichtung des Schiffes, d. h. den Kurs, und gleichzeitig die Länge des von dem Schiff bereits zurückgelegten Weges zu bestimmen und fortlaufend aufzuzeichnen, sowohl numerisch in einer Art von Buchführung, dem sogenannten Loggbuch, als auch graphisch in der Seekarte.

Um die Eintragung in die Seekarte zu erreichen, setzt man voraus, was der Wirklichkeit in der Tat bis zu einem gewissen Grade entspricht, daß das Schiff seinen Kurs nicht kontinuierlich, sondern nur sprunghaft in größeren

oder kleineren Zwischenräumen entsprechend dem Ruderkommando ändert. Der Weg des Schiffes erscheint dann in der Karte nicht als eine stetig gekrümmte Kurve, sondern als ein geradliniger Streckenzug. Die Länge der einzelnen Strecken ist aber keineswegs der wirklichen Weglänge einfach proportional. Vielmehr hat die Merkator-karte die Eigenschaft, daß der Längenmaßstab mit der Entfernung von dem Äquator, d. h. mit der geographischen Breite, zunimmt. Dieselbe Strecke in der Karte bedeutet also einen kürzeren Weg, wenn sie in einer höheren Breite, und einen längeren Weg, wenn sie in einer niedrigeren Breite eingetragen ist. Es ist deshalb immer noch eine bestimmte Umrechnung erforderlich, um die wirkliche Länge einer in die Karte eingezeichneten geraden Strecke zu finden und umgekehrt eine gemessene Weglänge unter einem bestimmten Kurs in die Karte einzutragen.

ist aber auch an sich, selbst bei Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln, nicht übermäßig genau. Dazu kommt noch eine neue, erhebliche Fehlerquelle. Was mit Kompaß und Logge bestimmt wird, ist nämlich nicht der wirkliche Weg, sondern ist es nur unter der Voraussetzung, daß das Wasser, in dem das Schiff fährt, selbst unbewegt ist. Das ist aber auch das Wasser des Ozeans im allgemeinen nicht, der Ozean hat seine Ströme und Driften, das Schiff erleidet daher außer der Fahrt, die es durch das Wasser macht, eine Stromversetzung, die bei der Eintragung des Schiffsweges in die Karte mit zu berücksichtigen ist. Sie wird nun zwar, so weit sie regelmäßiger Natur ist, in den Segelanweisungen angegeben, aber sie ist so starken zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterworfen (z. B. erzeugt jeder längere Zeit hindurch wehende Wind eine Drift, eine Strömung in der Richtung, in der er weht), daß



Fig. 1.



Fig. 2.

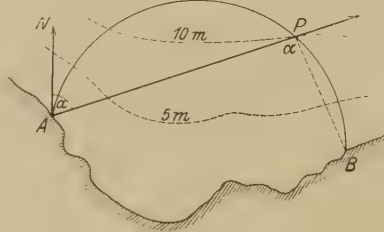


Fig. 3.

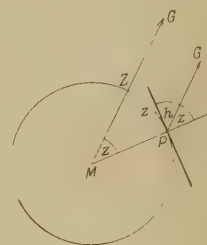


Fig. 4.

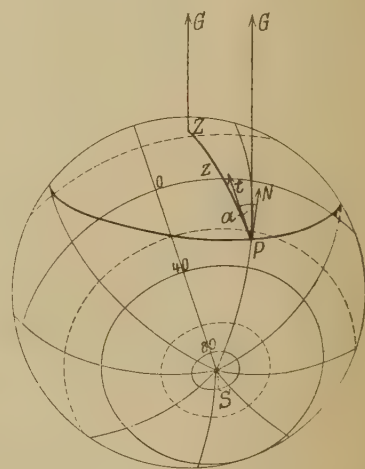


Fig. 5.

Diese Umrechnung ist aber leicht auszuführen. Ferner bestimmt man die Fahrtrichtung unmittelbar am Kompaß, die Weglänge mit der Logge oder bei einem Schraubendampfer nach der Umdrehungszahl der Schiffsschraube. Es scheint daher auf diese Weise sehr einfach, den von dem Schiffe zurückgelegten Weg zu finden. Aber diese Möglichkeit ist doch sehr starken Einschränkungen unterworfen. Zunächst ist nämlich klar, daß die bei der Bestimmung des Kurses und der Fahrt (d. h. der Weglänge pro Stunde) begangenen Fehler sich zusammenaddieren und somit schließlich eine beträchtliche Abweichung ergeben, auch wenn sie an sich klein wären. Die Bestimmung

sie nicht von vornherein anzugeben und diese Fehlerquelle daher nicht zu beseitigen ist.

Man ist deshalb darauf angewiesen, den aus der Loggerechnung sich ergebenden Schiffsweg dadurch zu kontrollieren, daß man unmittelbar den von dem Schiff erreichten Ort bestimmt. Wenn man gerade in Nähe von Land ist, so ist dies auf die einfachste Weise durch die Beobachtung von Landmarken zu erreichen, indem man feststellt, in welcher Lage sich das Schiff zu diesen Landmarken befindet, und dementsprechend den Schiffsort in die Seekarte, die die Landmarken enthält, einträgt. Auf hoher See ist dies Verfahren aber nicht mehr möglich. Es sind

dann keine der Beobachtung zugänglichen irdischen Gegenstände mehr vorhanden, man muß daher die Beobachtung auf die Gegenstände am Himmel, die Gestirne, lenken und aus der Stellung der Gestirne den Ort des Schiffes auf der Erde zur Zeit der Beobachtung bestimmen. So unterscheidet man *terrestrische* und *astronomische* Nautik. Die Grundlagen der terrestrischen Nautik soll schon der griechische Philosoph *Thales* im 7. Jahrhundert vor Christus gelegt haben, die astronomische Nautik hat sich erst in der Neuzeit entwickelt. Sie ist durchaus abhängig von der Ausbildung der nautischen Instrumente, denn wie das beste Instrument nichts nützt, wenn man die Beobachtung nicht rechnerisch verwerten kann, so ist das beste Rechenverfahren wertlos, wenn ihm keine ausreichend genaue Beobachtung zugrunde liegt. Als die wesentlichsten nautischen Instrumente wollen wir (außer dem Kompaß) den Zeitmesser, das Schiffschronometer, und das Winkelmeßinstrument, den Sextanten, nennen. Beide sind erst im 18. Jahrhundert zu einer wirklich brauchbaren Form entwickelt worden, und von da an können wir auch eine wissenschaftlich begründete und genügend genaue Ortsbestimmung auf See datieren.

Bei dieser läßt sich heute als feststehend annehmen, daß die Zeit (d. h. die Zeit eines bestimmten Ortes auf der Erde, nämlich Greenwich) in jedem Augenblick genau bekannt ist. Es werden zu diesem Zweck dem Schiff mehrere auf Greenwicher Zeit gestellte Chronometer mitgegeben, die systematisch aneinander und durch gelegentliche Zeitsignale oder Beobachtungen in Nähe von Land kontrolliert werden, in neuester Zeit auch mit Hilfe der drahtlosen Telegraphie. Unter dieser Voraussetzung der genau bekannten Greenwicher Zeit läßt sich das ganze Problem der Schiffsführung, so wie es gegenwärtig vorliegt, auf einen einheitlichen Grundgedanken zurückführen, der gewöhnlich als die *Methode der Standlinien* bezeichnet wird. Das Wort Standlinie deutet schon an, um was es sich handelt. Durch eine einzige Beobachtung läßt sich der Ort, an dem sich das Schiff befindet, nicht bestimmen, wohl aber ergibt sich als Ergebnis der Beobachtung eine in die Karte einzutragende Linie, auf der man das Schiff zu suchen hat, vorausgesetzt, daß die Beobachtung richtig und genau war. Hat man nun durch eine zweite Beobachtung eine zweite solche Standlinie gefunden, so muß der Schnittpunkt der beiden zugehörigen Standlinien der gesuchte Schiffsort sein.

Diese Methode, die so einfach und selbstverständlich scheint, ist merkwürdigerweise nicht der wissenschaftlichen Forschung entsprossen, sondern von einem einfachen Handelsschiffskapitän, dem Amerikaner *Sumner*, man kann sagen durch einen Zufall, im Jahre 1837 entdeckt worden, als es ihm nach lange Zeit andauerndem unsichtigen Wetter gelang, eine Sonnenbeobachtung auszuführen. Das Verfahren hat aber der ganzen

Nautik ein anderes Gesicht gegeben und ihr eine stark ausgeprägte Eigenart verliehen. Es handelt sich dabei um Konstruktionen, die eine auffallende Ähnlichkeit mit den einfachen geometrischen Konstruktionen, wie sie auf der Schule geübt werden, zeigen. Auch hierbei wird ja ein zu ermittelnder Punkt gefunden, indem man zunächst einen „geometrischen Ort“ für diesen Punkt sucht. Gelingt es dann, noch einen zweiten solchen Ort zu erhalten, so ist die Aufgabe gelöst, der Punkt ist als Schnittpunkt der beiden gefundenen Linien eindeutig oder mehrdeutig bestimmt, je nach der Natur der Aufgabe. Man kann geradezu, um praktische Beispiele für die Anwendung solcher Konstruktionen zu haben, zu den Aufgaben der Küstenschiffahrt greifen, wie sie schon seit langem durch einfache Zeichnung in der Karte gelöst werden. Es erscheint dann z. B. die in einer bestimmten Richtung durch einen bestimmten Punkt *A* gezogene gerade Linie als ein geometrischer Ort für den zu bestimmenden Punkt *P*, wenn durch eine Peilung die Richtung bestimmt worden ist, in der dieser Punkt von dem Punkt *A* aus gesehen liegt (Fig. 2). Ist ein Horizontalwinkel gemessen, nämlich der Winkel $APB = \alpha$, unter dem die Entfernung zweier Punkte *A*, *B* vom Punkte *P* aus, wo sich das Schiff befindet, erscheint, so ergibt sich als geometrischer Ort der bekannte Kreisbogen über der Sehne *AB*, der den gefundenen Winkel α als Peripheriewinkel faßt (Fig. 3). Eine Lotung ergibt als geometrischen Ort eine bestimmte Linie, welche die Punkte gleicher Wassertiefe verbindet. Diese Linien sind, soweit es angeht, in die Seekarte eingetragen. Z. B. findet man eine gute Karte der Nordsee mit ihnen bedeckt, und danach kann der Schiffsführer, wenn er eine Lotung ausgeführt hat, wenigstens mit einiger Annäherung eine Linie finden, auf der sein Schiff augenblicklich steht.

Man kann es nun als das Wesen der Sumnerschen Methode bezeichnen, daß sie lehrt, diese längst bekannten und geübten Methoden der terrestrischen Nautik auf die astronomische Nautik, die auf der Beobachtung von Gestirnhöhen beruht, zu übertragen. Aus der Beobachtung einer Gestirnhöhe ergibt sich in der Tat ein bestimmter geometrischer Ort für das Schiff, und zwar ein Kreis auf der als kugelförmig vorausgesetzten Erde.

Um dies nachzuweisen, denken wir uns (Fig. 4) eine Ebene durch das beobachtete Gestirn, durch den Standort *P* des Beobachters und den Mittelpunkt der Erdkugel gelegt. Diese Ebene schneidet die Erdkugel in einem größten Kreis, dessen Mittelpunkt *M* mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt. Nun bedeutet die Richtung des Erdradius *MP* die Richtung der Vertikalen, die durch den Beobachter geht. Der Winkel z aber, den die Verbindungslinie *PG* (Beobachter—Gestirn) mit der Vertikalen bildet, ergänzt die Neigung dieser Linie gegen die Horizontebene des Beobachters, d. h. die Höhe *h*, zu 90° . Wir können ferner annehmen, das Gestirn sei so weit entfernt, daß die Verbin-

dungslinie MG (Erdmittelpunkt—Gestirn) mit der Verbindungslinie PG (Beobachter—Gestirn) als parallel angesehen werden kann. Daraus folgt, daß der Winkel PMG am Erdmittelpunkt ebenfalls $z = 90^\circ - h$ wird. Nun ist der Punkt Z , in dem die Linie MG die Erdkugel trifft, der Punkt, für den das Gestirn augenblicklich in der Vertikalen, d. h. im Zenit steht. Dieser Punkt heißt der *Zenitalpunkt* des Gestirns für die Beobachtungszeit. Der Bogen ZP ist, in Gradmaß gemessen, aber wieder gleich dem Winkel z , der Beobachtungsort P muß also von dem festen Ort Z , in Gradmaß gemessen, die Entfernung $z = 90^\circ - h$ haben, d. h. auf einem Kreis mit diesem sphärischen Radius und dem Mittelpunkt Z liegen.

Es folgt also in der Tat, daß für eine bestimmte Zeit zu jeder beobachteten Höhe h eines Gestirns G ein bestimmter Kreis, der sogenannte *Sumnerkreis* oder *Höhenkreis* gehört, auf welchem der Beobachtungsort liegen muß. Dieser Kreis hat einen festen Mittelpunkt, den Zenitalpunkt Z , der nur von dem beobachteten Gestirn und der Beobachtungszeit abhängt. Denkt man sich nun dasselbe Gestirn zu derselben Zeit an verschiedenen Orten der Erde beobachtet und immer die Gestirns Höhe gemessen, so gehört zu jeder dieser Höhen ein bestimmter Höhenkreis. Der Zenitalpunkt Z ist aber für alle Beobachtungen derselbe, mithin haben die sämtlichen Höhenkreise den gleichen Mittelpunkt. Sie sind also alle konzentrisch, d. h. sie verlaufen genau so wie die Breitenkreise auf der Erdkugel und sind in ihrem ganzen Verlauf parallel. Der Abstand irgend zweier von ihnen ist gleich dem Unterschied ihrer sphärischen Radien, d. h. der zugehörigen Zenitdistanzen z, z' . Sind aber h, h' die zugehörigen Gestirns Höhen, so wird $z = 90^\circ - h, z' = 90^\circ - h'$, also $z - z' = h' - h$, mithin der Abstand der beiden Höhenkreise gleich dem Unterschied der zugehörigen Gestirns Höhen.

Es läßt sich nun aber nicht bloß der Bogenabstand ZP , sondern auch die Richtung dieses Bogens oder vielmehr seiner Tangente t in P , die in die Horizontebene dieses Punktes fällt, bestimmen. Der Winkel a , den diese Tangente t mit der Nordrichtung N bildet, ist das *Azimum* des Gestirns (Fig. 5).

Der Schiffsort ließe sich nun schon aus Höhe und Azimut eines Gestirns, wenn diese zu einer und derselben bestimmten Zeit beobachtet sind, berechnen oder durch eine geometrische Konstruktion auf der Kugel finden. In der Tat braucht man ja nur auf dem zu der beobachteten Höhe gehörenden Höhenkreis den Punkt zu suchen, für den der Winkel zwischen dem sphärischen Radius und dem Meridian des Punktes den durch das Azimut gegebenen Wert hat. Aber die Beobachtung des Azimutes, die an sich wohl zweckmäßig ist, läßt sich doch nicht auf einfache Weise mit so großer Genauigkeit ausführen, daß daraus der Schiffsort hinreichend

genau ermittelt werden kann. Ein Fehler von einem Grad in der Bestimmung des Azimuts würde Abweichungen bis zu 60 Seemeilen in der Bestimmung des Schiffsortes zur Folge haben, und die Beobachtung des Azimutes kann schwer genauer ausgeführt werden. Daher greift man zu einer anderen Methode, indem man nicht eine Höhe und ein Azimut, sondern zwei Höhen beobachtet, nämlich entweder die Höhen zweier verschiedener Gestirne zu derselben Zeit oder die Höhen desselben Gestirns zu verschiedenen Zeiten oder auch die Höhen verschiedener Gestirne zu verschiedenen Zeiten. Die beiden zu diesen Höhen gehörenden Höhenkreise schneiden sich in zwei Punkten, von denen der eine der gesuchte Schiffsort sein muß. Welcher von beiden Punkten es ist, darüber wird in der Praxis nie ein Zweifel bestehen. Es ist zu bedenken, daß der Ort des Schiffes von vornherein angenähert bekannt ist. Dieser angenäherte, wie man sagt, „gegißte“ Ort ist der aus der Loggerechnung folgende.

Nun ist zu bedenken, daß, wenn die beobachtete Gestirns Höhe nicht ausnehmend groß, also der Höhenkreis nicht sehr klein ist, der Abstand des geßigten Ortes von ihm klein sein wird im Verhältnisse zu dem sphärischen Radius des Kreises, der Kreis läuft nahe an dem geßigten Ort vorbei, und es ist zu vermuten, daß der wirkliche Schiffsort in diesem Bereich des Höhenkreises enthalten sein wird, der in der Nähe des geßigten Ortes liegt.

Daraus ergibt sich erst die Möglichkeit, die Aufgabe wirklich durch eine Zeichnung in der Seekarte zu lösen. Der Höhenkreis wird nämlich in der Karte keineswegs wieder durch einen Kreis dargestellt, sondern durch eine andere gekrümmte Linie, die schwer zu zeichnen ist, die sogenannte *Sumnerlinie*. Müßte also jedesmal der Höhenkreis in seiner ganzen Ausdehnung gezeichnet werden, so wäre die Aufgabe so gut wie zeichnerisch unlösbar. Aber innerhalb eines sehr kleinen Bereiches kann eine Kurve, die nicht zu stark gekrümmt ist, durch eine gerade Linie (etwa die Tangente an einer der in Betracht kommenden Stellen) ersetzt werden, und dieser Fall liegt hier vor; man braucht nur einen sehr kleinen Teil der Sumnerlinie und kann diesen daher in der Karte durch eine gerade Linie, die *Standlinie*, ersetzen. Für diese gerade Linie wählt man die Tangente der wirklichen Sumnerlinie in dem Punkte O , der auf der Erdkugel von allen Punkten des Höhenkreises dem geßigten Ort am nächsten liegt. Diesen Punkt findet man, indem man den Radius ZO des Höhenkreises zeichnet, der durch den geßigten Ort P_0 geht. In Bogenmaß gemessen, wird aber dieser Radius ZO , wie wir sahen, gleich dem Zenitabstand z , d. h. gleich dem Komplement $90^\circ - h$ der beobachteten Höhe. Entsprechend wird der Wert des Bogens ZP_0 gleich dem Komplement $90^\circ - h_0$ der Höhe h_0 , die das Gestirn zu der gleichen Zeit

in dem geigten Ort P_0 hat und die sich aus den Formeln der sphärischen Trigonometrie durch Rechnung leicht finden läßt. Der Abstand P_0O wird daher, in Bogenmaß gemessen, gleich dem Unterschied $h - h_0$ der beobachteten Höhe h und der (für den geigten Ort) berechneten Höhe h_0 . Will man den Abstand in Längenmaß haben, so braucht man nur zu bedenken, daß die Bogenminute eines größten Kreises auf der Erdkugel gleich einer Seemeile (1852 m) ist; der Bogen in Bogenminuten ausgedrückt gibt daher sogleich die Entfernung in Seemeilen. Die Richtung des (i. allg. kleinen) Bogens P_0O , die zu der Richtung des Sumnerkreises in O senkrecht ist, wird, wie wir sahen, durch das Azimut des Gestirns in P_0 oder in O oder, da der wirkliche Standort P nahe bei O liegen wird, angenähert auch durch das Azimut in P gegeben.

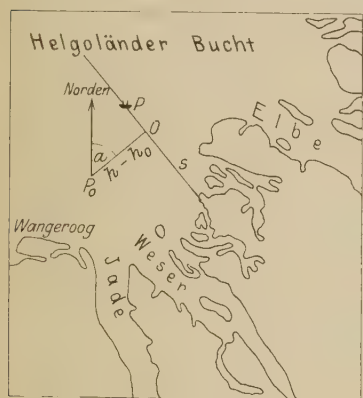


Fig. 6.

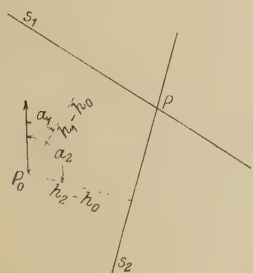


Fig. 7.

Um die Standlinie in die Karte einzuzeichnen, ergibt sich daher sofort ein einfaches Verfahren (Fig. 6). Der Abstand der Standlinie von dem geigten Ort P_0 ist auf der Erdkugel, in Gradmaß gemessen, der Unterschied zwischen der beobachteten Höhe h und der Gestirns Höhe h_0 , die sich durch Rechnung für den geigten Ort zur Zeit der Beobachtung ergeben würde. In Bogenminuten gemessen, wird der Abstand gleich der Anzahl Seemeilen, um welche die Standlinie von dem geigten Ort entfernt ist. Ferner verläuft die Standlinie senkrecht zu dem Azimut α , unter dem das Gestirn beobachtet ist. Man kennt also von der Standlinie s die Richtung und den Abstand von dem geigten Ort und kann sie

danach in die Karte einzeichnen. Hat man aber zwei Standlinien s_1 und s_2 eingezeichnet, die zu den unter den Azimuten α_1 und α_2 beobachteten Gestirns Höhen h_1 und h_2 gehören, so ist der Schnittpunkt der gesuchte Schiffsort P (vgl. Fig. 7).

Es bedarf noch der Fall einer Erwähnung, wo die zweite Beobachtung merklich später als die erste angestellt worden ist, so daß zwischen den beiden Beobachtungen das Schiff einen in der Karte deutlich wahrnehmbaren Weg zurückgelegt hat. Wir dürfen annehmen, daß dieser Weg mit hinreichender Genauigkeit aus der Loggerechnung folgt. Nun ist klar, daß, wenn der Schiffsort P' zur Zeit der zweiten Beobachtung festgestellt ist, daraus ein bestimmter Ort P zur Zeit der ersten Beobachtung folgt. Man hat nur den von dem Schiff zurückgelegten Weg von P' aus

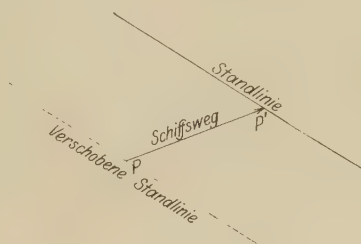


Fig. 8.

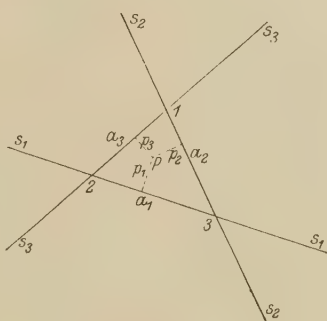


Fig. 9.

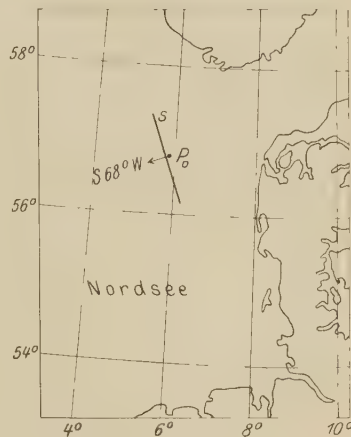


Fig. 10.

nach der umgekehrten Richtung abzutragen. Wenn daher aus der zweiten Beobachtung nicht der Schiffsort selbst, wohl aber eine Standlinie, auf der wir ihn zu suchen haben, folgt, so müssen wir von jedem dieser möglichen Schiffsorte den zwischen den beiden Beobachtungen zurückgelegten Weg nach rückwärts abtragen und finden dann einen geometrischen Ort für die Stelle, an der sich das Schiff zur Zeit der ersten Beobachtung befand. Dieser geometrische Ort ist aber eine zu der gefundenen Standlinie parallele gerade Linie, aus der umgekehrt jene hervorgeht, indem man von ihren einzelnen Punkten aus den Schiffsweg abträgt. Man kann sich daher denken, daß die Standlinie an der Bewegung des Schiffes teilnimmt, daß das Schiff sie sozusagen mit-

schleift. Mit Hilfe dieser einfachen Vorstellung gelingt es, den Fall, wo die beiden Höhen zu verschiedenen Zeiten und damit an verschiedenen Orten beobachtet sind, auf den Fall zurückzuführen, wo die beiden Höhen zu derselben Zeit und an demselben Orte beobachtet sind. In jedem Falle findet man zwei Standlinien, als deren Schnittpunkt sich der gesuchte Ort ergibt.

Würde nun der Schnitt der beiden Standlinien sehr flach sein, so würde die zeichnerische Lösung nur nach einer Richtung hin, nämlich nach der Richtung, die zu beiden Standlinien ungefähr senkrecht ist, eine hinreichende Genauigkeit geben, dagegen nach der dazu senkrechten Richtung hin sehr ungenau sein. Wenn es sich daher wirklich um die Bestimmung des Schiffsortes handelt, so ist es zweckmäßig, die beiden Standlinien möglichst senkrecht aufeinander, d. h. die Azimute a_1 und a_2 , die zu den beobachteten Gestirnhöhen gehören, ungefähr um 90° voneinander verschieden zu wählen. Würde es sich dagegen bloß um die Bestimmung des Schiffsortes nach einer bestimmten Richtung hin, vielleicht in der Nordsüdrichtung, d. h. um die Bestimmung der geographischen Breite, handeln, so wäre die Wahl der Azimute in der Nähe dieser Richtung zweckmäßiger.

Die übliche Methode, nach der man früher die Bestimmung des Schiffsortes in die Bestimmung von Länge und Breite zerlegte, läßt sich auch als eine Bestimmung nach der Methode der Standlinien auffassen, wobei das Gestirn das eine Mal genau im Süden oder Norden, das andere Mal angenähert im Westen oder Osten beobachtet wird. Die erste Bestimmung liefert unmittelbar die Breite, die zweite die dazugehörige Länge.

So einfach und empfehlenswert diese Methode ist, krankt sie, solange sie die einzig verfügbare ist, daran, daß sie Beobachtungen zu bestimmten Zeitpunkten verlangt. Das allgemeine Verfahren der Standlinien gestattet dagegen Beobachtungen zu verwerten, die zu beliebigen Zeiten angestellt sind. Welcher Vorteil darin liegt, kann man sich leicht klarmachen. Es kann um Mittag, wenn die Sonne im Süden steht, unsichtiges Wetter sein, dagegen nach ein paar Stunden aufklaren. Man erhält dann eine Sonnenhöhe, für welche das Azimut von der Südrichtung erheblich abweicht. Diese Beobachtung ist aber ebensogut zu verwerten, wie die im Süden beobachtete Mittagshöhe, wenn man die dazugehörige Standlinie in die Karte einzeichnet. Gelingt es, noch eine Standlinie dazu zu finden, welche die erste unter nicht zu flachem Winkel schneidet, so ist die Aufgabe der Ortsbestimmung in durchaus befriedigender Weise gelöst.

Natürlich braucht man sich nicht auf zwei Beobachtungen zu beschränken, sondern kann auch drei oder mehr ausführen. Wenn man nur drei ausführt, und die dazugehörigen Standlinien s_1 ,

s_2 , s_3 zeichnet, so werden diese wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler nicht genau durch einen Punkt gehen, sondern ein kleines Dreieck 123 umschließen (Fig. 9). Irgendwo im Innern dieses Dreiecks haben wir den mutmaßlichen Schiffsort P zu suchen. Seine Abstände von den Dreiecksseiten geben die Fehler an, welche bei den einzelnen Beobachtungen begangen sind. Die Bestimmung des mutmaßlichen Schiffsortes soll nun nach der Methode der kleinsten Quadrate so geschehen, daß, gleiche Sorgfalt bei allen Beobachtungen vorausgesetzt, die Quadratensumme der Fehler, d. h. die Quadratensumme der Abstände p_1 , p_2 , p_3 des angenommenen Punktes von den Dreiecksseiten möglichst klein wird. Eine kurze Überlegung zeigt, daß man für den Punkt dann denjenigen wählen muß, dessen Abstände von den Seiten des Dreiecks den Längen a_1 , a_2 , a_3 dieser Seiten proportional sind.

Man wird bemerken, wie der geometrische Charakter der Lösung bezeichnend für dieses ganze Verfahren ist, wie gerade durch die Zurückführung auf die geometrische Konstruktion die Einfachheit und Klarheit der Lösung herauskommt. Trotzdem ist nicht zu vergessen, daß zunächst die Rechnung keineswegs ganz zu entbehren ist. Das Azimut kann beobachtet sein, kann aber auch, wenn es unbequem war, es direkt zu beobachten, aus der beobachteten Höhe für die am Chronometer abgelesene Zeit berechnet werden. Für dieses sogenannte Höhenzeitazimut gilt die Formel:

$$\sin a = \frac{\sin t \cos \delta}{\cos h},$$

wenn a das Azimut, h die Höhe und δ die Deklination des Gestirns (Abstand von dem Himmelsäquator) bezeichnet, während t der Stundenwinkel des Gestirns (z. B. bei der Sonne die wahre Ortszeit) ist. An Stelle dieser Formel kann auch eine andere Berechnung des Azimutes aus Stundenwinkel, Breite und Höhe, die man als Zeitazimut kennzeichnet, Verwendung finden.

Statt die Berechnung von Fall zu Fall auszuführen, kann man die Ergebnisse tabellarisch zusammenstellen und im einzelnen Fall das Azimut einfach durch Aufschlagen in der Tabelle ermitteln. Solche Azimuttafeln sind gegenwärtig in allgemeinem Gebrauch. Sie sind deshalb möglich, weil beim Azimut nur eine Genauigkeit etwa bis auf einen Grad erstrebt wird und weil deshalb auch die einzelnen der Berechnung zugrundeliegenden Werte nur von Grad zu Grad genommen zu werden brauchen, so daß die Anzahl der in die Tabelle aufzunehmenden Werte nicht allzu groß wird.

Nun ist aber für die Ermittlung der Standlinie noch eine Rechnung nötig, und zwar, wie wir die Auffindung der Standlinie auseinanderzusetzen haben, die Berechnung einer Höhe, nämlich der Höhe des beobachteten Gestirns an dem ge-

gißten Ort zur Zeit der Beobachtung. Die Berechnung hat zu geschehen nach der Formel:

$$\sin h_0 = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t,$$

die unmittelbar aus der Grundformel der sphärischen Trigonometrie folgt und aus Breite φ , Deklination δ und Stundenwinkel t die Gestirns-höhe h_0 zu finden lehrt.

Diese Formel stellt aber weder die Änderung der Höhe h_0 mit dem Stundenwinkel t übersichtlich dar, noch ist sie zur logarithmischen Rechnung besonders geeignet. Man kann sie aber durch Addition und Subtraktion von $\cos \varphi \cos \delta$ auf der rechten Seite, weil

$$\cos \varphi \cos \delta + \sin \varphi \sin \delta = \cos (\varphi - \delta),$$

$$1 - \cos t = 2 \sin^2 \frac{t}{2}$$

ist, auf die Gestalt bringen

$$\sin h_0 = \sin h_m - 2 \cos \varphi \cos \delta \sin^2 \frac{t}{2},$$

indem man $h_m = 90^\circ - (\varphi - \delta)$ setzt, so daß $\cos (\varphi - \delta) = \sin h_m$ wird. Dann zeigt die Formel sofort, daß h_m die größte erreichte Gestirns-höhe, die Kulminationshöhe, ist, und das auf der rechten Seite in Abzug kommende Glied

$$2 \cos \varphi \cos \delta \sin^2 \frac{t}{2}$$

lehrt, wie die Höhe vom Meridian ($t = 0$) aus mit zunehmendem Stundenwinkel t abnimmt.

Die Formel ist aber für die logarithmische Rechnung noch immer nicht bequem. Man muß sie hierfür noch durch Einführung eines Hilfs-winkels umgestalten, was weiter keine Schwierigkeiten hat.

Wie nun die Standlinie gefunden wird, läßt sich am einfachsten an einem Beispiel klar-machen. (Der Stundenwinkel wird gewöhnlich nicht in Graden, Bogenminuten und Bogen-sekunden, sondern in Stunden, Zeitminuten und Zeitsekunden angegeben, indem der ganze Um-kreis in 24 Stunden eingeteilt wird, so daß eine Stunde 15 Grad umfaßt, ein Grad also 4 Zeit-minuten, eine Zeitminute wieder 15 Bogen-minuten usf.)

Ein Schiff fährt am 3. April 1903 durch die Nordsee und befindet sich nach dem Besteck auf $56^\circ 42' N$ Breite und $5^\circ 48' O$ Länge. Die Green-wicher Zeit ist $3^h 47^m 31^s$, woraus die wahre Ortszeit, d. h. der Stundenwinkel der Sonne = $4^h 7^m 7^s$ folgt. Die Deklination der Sonne ist für diese Zeit $\delta = 5^\circ 2' N$. Es wird nun die Sonnen-höhe $h = 19^\circ 25'$ beobachtet, und es fragt sich, welche Standlinie sich daraus für das Schiff ergibt.

Die Mittagshöhe $h_m = 90^\circ - (\varphi - \delta)$ wird = $38^\circ 20'$ und die logarithmische Berechnung der für den Besteckort geltenden Höhe h_0 ergibt den Wert

$$h_0 = 19^\circ 23'.$$

Da die aus der Beobachtung folgende Höhe $h = 19^\circ 25'$ beträgt, wird der Höhenunterschied $h - h_0 = 2'$.

Hierzu kommt noch die Berechnung des Azi-mutes. Wir erhalten aus der angeführten Formel $a = 68^\circ 28'$. Die Sonne steht im SW-Qua-dranten, wir finden also das Azimut S $68^\circ W$.

Danach ist die Standlinie sofort in die Karte einzuzeichnen (Fig. 10).

Die hier angegebene Art der Berechnung ist nur eine unter mehreren möglichen und nicht ein-mal notwendigerweise die einfachste. Sie wurde nur ausgewählt, weil sie sich am leichtesten aus-einandersetzen ließ. Überhaupt ist zu sagen, daß gerade bei der Methode der Standlinien das Fest-halten eines bestimmten Rechenschemas und die stereotype Wiederholung derselben Operationen weder möglich noch zu erstreben ist. Gerade in der freien Beweglichkeit, in der Möglichkeit der Auswahl des zweckmäßigsten Verfahrens von Fall zu Fall liegt der große Vorzug dieser Art der Ortsbestimmung. Sie setzt aber eine gründliche und umfassende Ausbildung des Schiffsführers voraus, um für die Ermittlung des Schiffsortes und Schiffsweges voll ausgenutzt zu werden. Eine solche Ausbildung war bei dem alten Betriebe der Seefahrtsschulen, die bei ihren Schülern nur eine mechanische Bewältigung der auszuführenden Rechnungen ohne inneres Verständnis zu er-reichen suchten, nicht möglich. Aber mehr und mehr passen sich diese Lehranstalten, die ihrem Wesen nach den technischen Mittelschulen zuzu-rechnen sind und denen noch keine Seefahrt-hochschule zur Seite steht, den Forderungen der neuen Zeit an. Diese Forderungen sind recht hohe. Die Ausnutzung aller technischen Hilfsmittel an Bord der Schiffe erfordert eine große Summe von Fachkenntnissen. Abgesehen von der eigentlichen Navigation bedeuten die Behandlung des Kom-passes, die Kenntnis von dem Bau des Schiffes und seinem Verhalten in Wind und Wetter, der Schiffsmaschine, der elektrotechnischen Einrich-tungen an Bord, vor allem der drahtlosen Tele-graphie, so viel Stoff an Wissen und Erfahrung, daß wir den Führer eines großen überseeischen Schiffes den technisch-wissenschaftlichen Be-rufsständen zurechnen müssen. Damit erwächst aber auch die Notwendigkeit, die Gelegenheit für seine volle wissenschaftliche Ausbildung und für die fruchtbare Weiterentwicklung dieser see-technischen Wissenschaft zu schaffen. Wenn wir bedenken, was die Seefahrt für unser Vaterland bedeutet, so werden wir zugeben müssen, daß alles zu tun ist, um sie auf ihrer Höhe zu halten und weiter auszubilden. Dazu gehört aber auch die Förderung und Organisation der für sie erforder-lichen wissenschaftlichen Hilfsmittel. In diesem Punkte ist aber der Bereich der berechtigten Wünsche immer noch größer als der Bereich der erreichten Ziele.

Zoologische Mitteilungen.

Im Jahre 1889 trat *J. Loeb*, damals noch in Deutschland, mit einer Schrift über die Identität des **Heliotropismus** bei Pflanzen und Tieren hervor und erregte damit vielen Widerspruch, zunächst bei seinen Landsleuten, später auch bei anderen Gelehrten. Er hielt aber und hält immer noch an seiner Theorie fest, obwohl ihm sogar in seinem zweiten Vaterlande, den Vereinigten Staaten, einige Gegner von nicht geringer Bedeutung erwachsen sind. Ganz vor kurzem nun hat er in Gemeinschaft mit seinem Schüler *H. Wasteneys* im Rockefeller'schen Institute für medizinische Forschung Versuche über den Einfluß der einzelnen Teile des Spektrums auf den Hydroidpolypen *Eudendrium* angestellt und dabei gefunden, daß die abgeschnittenen und von neuem wachsenden Stiele des Polypen sich am stärksten dem Lichte zuwenden, wenn es blau, dagegen selbst nach längerer Zeit nicht, wenn es gelb oder rot ist. Die günstigste Region des Spektrums (Wellenlänge 473μ) ist nicht weit entfernt von der, die nach den Experimenten des Botanikers *Blaauw* die größte Krümmung bei jungen Haferpflanzen hervorruft, nämlich 478μ . Von den Flagellaten *Chlamydomonas* und *Euglena*, die beide Chlorophyll enthalten, war nur die letztere ebenfalls empfindlich für Licht von $462-492\mu$, die erstere aber für solches von 529 bis 539μ , also viel weiter nach Gelb hin, ähnlich wie dies schon 1869 der bekannte *Paul Bert* vom Wasserfloh (*Daphnia*) ermittelt hatte. *Loeb* und *Wasteneys* schließen hieraus und aus anderen Gründen, daß der Heliotropismus bei den Pflanzen und Tieren auf photochemischen Reaktionen beruhe, aber die lichtempfindliche Materie nicht überall die nämliche sei. Wahrscheinlich komme sie in zwei Arten vor: die eine sei am empfindlichsten im Gelbgrün (nahe bei 534μ), die andere im Blau (nahe bei 477μ). Zu jener Art gehöre der Sehpurpur der höheren Tiere sowie der analoge Körper bei *Daphnia*, *Chlamydomonas* usw., während die andere für *Eudendrium*, *Euglena*, manche Pflanzen usw. charakteristisch sei. Mithin sei nicht jede von ihnen auf eins der beiden großen Reiche beschränkt, sondern sie kommen durcheinander vor. (Näheres in: *Proc. National Acad. Sc. Washington* Vol. 1 p. 44—47; *Science* Vol. 41 p. 328—330; *Journ. Exper. Zool.* Vol. 19 p. 23—35; alle drei von 1915.)

Im Rockefeller'schen Institute für medizinische Forschungen hat *J. Loeb* im Jahre 1912 künstlich Fische gezüchtet, deren Augen so mangelhaft waren, daß man sie wohl als **blind** bezeichnen dürfte (s. *Biol. Bulletin Woods Hole* Vol. 29, 1915 p. 50—67). Dies erreichte er mit dem auch sonst sich ungemein zu allen möglichen Versuchen eignenden und vielfach benutzten Zahnkarpfen *Fundulus*, indem er die normal befruchteten Eier sich entweder in Seewasser entwickeln ließ, dem etwas Cyankalium zugesetzt worden war, oder eine Zeitlang im Wasser bei nur $0-2^{\circ}\text{C}$ hielt, oder endlich sie mit dem Samen des Fisches *Menidia* befruchtete. In allen diesen Fällen waren manche Embryonen im obigen Sinne blind. Dagegen erhielten sie immer ganz regelrechte Augen, wenn *Loeb* die Ablage, Befruchtung und Entwicklung der Eier bei völligem Abschlusse jeglichen Lichtes vor sich gehen ließ. Nun hatte der bekannte Wiener Experimentator *P. Kammerer* einige Junge des blinden Grottenolms (*Proteus anguinus*) gleich von der Geburt an im Tageslichte gehalten und ermittelt, daß allmählich die sonst verkümmerten Augen sich weiter ausbildeten, so daß sie nach fünf Jahren wohl als normal zu betrachten

waren; freilich blieb es unsicher, ob die Tiere damit sahen. Im Gegensatz zu *Kammerer* und nicht minder zu dem Amerikaner *C. Eigenmann*, der 1909 eine sehr eingehende Darstellung der blinden und in Höhlen lebenden Wirbeltiere Amerikas gab, folgert *Loeb* aus seinen Versuchen, daß die Rückbildung der Augen bei den Höhlenbewohnern wohl nicht auf dem Mangel an Licht und dem dadurch hervorgerufenen Nichtgebrauch der Augen beruhe, sondern vielleicht durch eine erbliche Störung im Blutlauf, also in der Ernährung der Augen bewirkt worden sei. Diese nur durch innere Ursachen blind gewordenen Tiere konnten sich dann im Hellen nicht halten und waren so von selbst auf die Höhlen angewiesen, nicht aber umgekehrt wurden sie erst durch den Aufenthalt in lichtlosen Räumen blind. Zu der letzteren Auffassung neigt übrigens *Eigenmann* insofern auch, als er die Höhlen und ihre Fauna im gleichen Schritte entstanden sein läßt.

In dem Maße, wie die Herstellung besserer Mikroskope und die anderen Fortschritte in der Mikrotechnik feinere Untersuchungen ermöglichen, mehren sich die Fälle von Beobachtungen des **normalen Vorkommens von Bakterien** und anderen niederen Organismen im Körper der Insekten. Früher hat man solche Funde für zufällig oder krankhaft angesehen, aber das läßt sich nicht mehr aufrecht halten, obwohl man noch lange nicht darüber einig ist, was für eine Rolle diese Mikrobionten im Leben ihrer Wirte spielen mögen. In den letzten Jahren nun hat sich mit derartigen Parasiten, richtiger gesagt Einwohnern, der echten Wanzen (Heteropteren) sehr eingehend der Amerikaner *H. Glasgow* beschäftigt und berichtet darüber im *Biol. Bulletin Woods Hole*, Vol. 26, 1914, p. 101—170. Da sich die Bakterien zwar im ganzen Darms und in den Exkrementen aufhalten, aber hauptsächlich in den Blindschläuchen des Mitteldarmes anhäufen, so war ein genaues Studium auch dieser Organe nötig, das manches Neue ergab, da seit dem bekannten Werke von *L. Dufour* (1833) keine zusammenhängenden Forschungen mehr darüber angestellt worden waren. *Glasgow* seziierte etwa 90 Wanzenarten, fand die Blindschläuche aber nur bei einigen Familien der Cimicoiden; hier sind sie je nach der Spezies ganz verschieden entwickelt und gestaltet, ja, bei einigen Arten (z. B. unserer gemeinen Feuerwanze, wo dies schon 1874 *P. Mayer* bemerkte) nur im weiblichen Geschlechte vorhanden. Was sie dem Tiere leisten, ist selbst jetzt, wo man ihre regelmäßige Anfüllung mit den Bakterien kennt, noch nicht ganz klar. *Glasgow* hat aus ihnen keine verdauenden Säfte gewonnen und läßt sie ausschließlich dafür sorgen, daß der eigentliche Darm der Wanze frei von anderen Parasiten bleibt, indem sie deren Entwicklung unmöglich machen. Um so sicherer hat er ermittelt, daß sie schon in ganz jungen Embryonen vorhanden sind, also wohl vom Weibchen durch die Eier auf die nächste Generation übertragen werden. Nie fehlen sie in den Blindschläuchen. Je nach der Art ihrer Wirte sind es äußerst kleine Bazillen von der Form eines Coccus, etwa nur $\frac{1}{1000}$ mm lang, bis zu 100 mal größeren Gebilden, wie Spirochäten, und sie sind stets für die Spezies von Wanzen charakteristisch. Verfasser hat sie sehr mühsam gezüchtet und ist dabei zu der Überzeugung gekommen, daß sie trotz ihrem so verschiedenen Aussehen höchstwahrscheinlich zu ein und derselben Gruppe von Bakterien gehören und wohl nur durch den Aufenthalt in den Blindschläuchen so stark umgeformt werden.

Von *M. R. Curtis* liegt ein Bericht über **Eier** mit zwei und drei Dottern vor, der sich auf die Beobachtungen der Ackerbaustation im Staate Maine (s. *Biol. Bulletin Woods Hole*, Vol. 26, 1914, p. 55—82) stützt. Hier sind in den letzten 6 Jahren bei mehr als 3000 Hühnern nur drei Fälle von Eiern mit **drei Dottern** gefunden worden. Jedes stammte von einer anderen jungen Henne und war immer eins ihrer ersten Eier. Jeder Dotter ist von einer eigenen Haut umgeben, und nur Eiweiß und Schale sind ihnen gemeinschaftlich. Während aber der Dotter eines normalen Eies derselben Henne nicht viel mehr wiegt als jeder der drei, sind Eiweiß und Schale relativ viel schwerer, so daß ein derartiges abnormes Ei statt 3×50 nur 80 g wiegt. Eier mit **zwei** Dottern verhalten sich hierin ähnlich. Sie sind natürlich viel häufiger als die mit dreien, immerhin lieferten unter den 3000 Hennen etwa 80 % keine, und die übrigen 20 % taten es auch nur in der ersten Legezeit, und immer waren dann unter den zuerst gelegten Eiern ein oder zwei solche. Je nachdem der eine der beiden Dotter den ihm vorhergehenden schon im Anfange des Eileiters oder erst mehr nach dessen Ende zu einholt, werden beiden die übrigen Eihäute mehr oder weniger gemeinschaftlich sein. Die ganze Erscheinung beruht auf einem zu großen Legedrange der Hühner, und die Zwischenglieder in der Reihe von der normalen Produktion von nur einem Ei alle 24 Stunden bis zu den erwähnten Abnormitäten sind ebenfalls beobachtet worden.

Im Jahre 1907 hatte der amerikanische Zoologe *H. V. Wilson* beobachtet, daß unter besonderen Umständen die in Aquarien gehaltenen **Kieselschwämme** in Stücke zerfielen, dann aber nicht ganz zugrunde gingen, sondern sich bei geeigneter Behandlung wieder zu ordentlichen Schwämmchen ausbildeten. Indem er diese Erscheinung weiter verfolgte, zerkleinerte er die Schwämme absichtlich und preßte sie sogar durch ein feines Sieb. Die gesamte Masse, die fast nur aus noch lebenden Zellen bestand, wurde in Gläsern mit Seewasser sich selbst überlassen. Sehr bald schon traten viele Zellen zu Klümpchen zusammen, und diese verwandelten sich erst in kleine Larven, dann in richtige Schwämmchen. *Wilson* verstand es ferner, mehrere solche Larven miteinander zu verschmelzen und weiter zu züchten; er versuchte es auch, die Massen verschiedener Schwammarten zu vereinigen, jedoch umsonst, da stets nur die Zellen ein und derselben Spezies zusammentraten. Später dehnte er seine Studien auf einen anderen Tierstamm, die Cölenteraten, aus und zeigte 1911, daß auch einige Hydroidpolypen nach Zerstückelung und Durchsiebung einen Zellbrei liefern, der sich zu neuen Polypen entwickeln kann. Allerdings trat der günstige Erfolg nur in einem gar kleinen Bruchteile der so mißhandelten Tiere ein, während die allermeisten sich nicht zu regenerieren vermochten. An diese Arbeiten nun knüpft neuerdings — s. *Biol. Bulletin Woods Hole*, Vol. 28, 1915, p. 370—384 — der Amerikaner *C. W. Hargitt* an, der im Winter 1910/11 auf der Zoologischen Station zu Neapel ebenfalls Cölenteraten daraufhin vornahm und im wesentlichen *Wilson*s Angaben, die inzwischen in England bezweifelt worden waren, bestätigt. Von den Arten, die *Hargitt* erprobte, war *Podocoryne carnea* die beste. Schon eine Stunde, nachdem die Polypen zerkleinert und durchgepreßt waren, zeigten sich die anfänglich regellos daliegenden Zellen zu Häufchen vereinigt, die oft ganz wie Keimkugeln (*Morulae* und *Blastulae*) aussahen und

sich schnell mit einer Haut (*Cyste*) umgaben. In dieser Form konnten sie mehrere Monate leben, und dies gilt auch von einigen anderen Arten, die so behandelt worden waren. Nur die allerwenigsten kamen über dieses Stadium hinaus und wurden zu richtigen Polypen, die noch wochenlang lebten. Auch aus dem Zellbrei kleiner Quallen entstanden *Blastulae*, gelangten aber nicht weiter.

In der Biologischen Station am Puget-Sund stellte *V. E. Shelford* in Gemeinschaft mit *E. B. Powers* einige Versuche über die **Empfindlichkeit** der dortigen **Lachse** (*Oncorhynchus*) und besonders **Heringe** (*Clupea Pallasii*) gegen Änderungen in der Beschaffenheit des Seewassers an. Er bediente sich dazu eines Glasbeckens von reichlich 1 m Länge, 15 cm Breite und 13 cm Tiefe; an den beiden Enden konnte er verschiedenes Wasser zufließen lassen, das in der Mitte so langsam austrat, daß die Fische von der Strömung keine Notiz nahmen. Über das Becken war ein Dunkelkasten gestülpt, der nur das Licht zweier Kerzen einließ und Löcher zur Beobachtung hatte. Es zeigte sich, daß die Tiere bereits einen Unterschied in der Wärme des Wassers von nur 0.2° C wahrnahmen, indem sie zum wärmeren Wasser hin oder von ihm fortschwammen. Ebenso waren sie recht empfänglich für die Zufuhr von Sauerstoff, noch mehr aber protestierten sie gegen die von Schwefelwasserstoff, dem sie schleunigst den Rücken (richtiger den Schwanz) kehrten, auch wenn seine Menge noch lange nicht zu ihrer Vergiftung hingereicht hätte, wie dies *Shelford* durch andere Versuche ermittelte. Desgleichen bemerkten sie rasch auch kleine Änderungen im Gehalte des Wassers an Salz; allerdings wurde, da das Süßwasser im Laboratorium aus Mangel an freier Kohlensäure etwas alkalisch war, durch seine Zufuhr auch die Reaktion des Gemisches verändert. Die Heringe zogen das Brackwasser dem reinen Seewasser vor. Alle diese Versuche, obwohl in einem gar kleinen Maßstabe betrieben, berechtigen, wie *Shelford* meint, wenigstens zu der Folgerung, daß die Fische offenbar das Süßwasser eines Flusses schon sehr weit vor seiner Mündung ins Meer entdecken und sich auch vor schädlichen Gasen usw. in acht nehmen können. Man brauche also nicht an Instinkte zu appellieren, um das Problem der Wanderungen der Lachse und Heringe seiner Lösung näher zu führen. — Im Anschluß hieran hat *M. M. Wells* in ähnlicher Weise das Verhalten von 4 Arten amerikanischer Süßwasserfische gegen die Reaktion des Süß- oder destillierten Wassers untersucht und gefunden, daß ihnen ein rein neutrales Wasser am wenigsten zusagt: sie ziehen, wenn sie die Wahl nur zwischen diesem und schwach alkalischem haben, letzteres vor, beiden jedoch ein schwach saures. Damit würde es übereinstimmen, daß die kleinen schwimmenden Rädertiere, Protozoen, Krebse usw., also das sog. Plankton, sich in den 3 von *Birge* und *Juday* vor einigen Jahren studierten Seen Nordamerikas besonders da anhäufen, wo das Wasser nicht genau neutral ist. Vielleicht beruht die Giftigkeit des destillierten Wassers neben seinem Mangel an Salzen ebenfalls auf seiner Neutralität. (Genauerer s. im *Biol. Bulletin Woods Hole*, Vol. 28, 1915, p. 315—334 und Vol. 29, p. 221—257.)

Den **Lebenslauf eines Fischbandwurmes** hat *O. Wagner* in Stuttgart erforscht und berichtet darüber kurz im *Zool. Anzeiger* (46. Bd. 1915 S. 70—75). In einem Teiche der Landwirtschaftlichen Hochschule

in Hohenheim waren alle Goldorfen (*Cyprinus orfus*), und nur sie, nicht auch die anderen Fische, ungemein voll von einer kleinen Tänie (*Ichthyotaenia torulosa*). Diese Schmarotzer traten, sobald sie geschlechtsreif waren, aus ihrem Wirt durch den After aus und gaben gleich darauf ihre Eier so zahlreich ab, daß sich das Wasser in der Nähe stark trübte. Dabei blieb nicht etwa, wie bei den Bandwürmern des Menschen, der sog. Kopf im Darm zurück. Die Eier enthielten schon reife Embryonen und wurden von kleinen Krebsen (Kopepoden) mit der Nahrung verschluckt. In diesem ihrem neuen Wirt wurden dann, indem sich die Eihäute auflösten, die Embryonen frei, durchbohrten die Darmwand und entwickelten sich in der Leibeshöhle weiter zu Larven. In dieser Form waren sie schon 1878 von A. Gruber in Kopepoden des Bodensees gefunden und als vermutlich zu *Ichthyotaenia* gehörig bezeichnet worden. Indem nun die Krebse von den Orfen gefressen werden, gelangen die Larven in den Fischdarm; als solche, noch vor ihrer Umwandlung in den Bandwurm, wurden sie hier von Wagner angetroffen, so daß an der Zugehörigkeit zu *Ichthyotaenia* kein Zweifel mehr bestehen kann.

In einer ausführlichen Arbeit über die Lebensweise der Bdelloiden, einer Gruppe der Rädertiere, kommt E. Dobers (*Internationale Revue der Hydrobiologie*, Leipzig, Biol. Suppl. zu Bd. 7, 1915) auch auf den Widerstand der das Moos bewohnenden Bdelloiden gegen die Trockenheit zu sprechen. Darüber hatte zuletzt der Amerikaner M. H. Jacobs im Jahre 1909 Versuche an der Art *Philodina roseola* angestellt und dabei ermittelt, daß die Tierchen zwar austrocknen und infolge davon merklich schrumpfen, sich auch nicht mehr bewegen können, aber nicht absolut trocken werden, sondern stets eine Spur von Feuchtigkeit behalten, auch durch die Haut für Wasserdampf und Gase zugänglich bleiben. Fast alle Tiere wurden selbst nach 4 Tagen noch wieder lebendig, sobald man sie anfeuchtete. Immerhin durfte die Austrocknung nicht zu oft wiederholt werden. Dobers bestätigt und erweitert diese Angaben an anderen Arten sowie an Eiern. Brachte er die Tierchen rasch in einen Exsikkator, so lebten nicht so viele wieder auf, wie wenn er sie langsam im Zimmer austrocknen ließ. Die hungerigen gingen wohl alle zugrunde, während von den gut gefütterten ziemlich viele überlebten. War das Moos (*Hypnum*) während des Versuches der Sonne ausgesetzt, so schadete das den Tieren mehr, als wenn es im Dunklen gehalten wurde, aber das scheint weniger an der unmittelbaren Wirkung des Lichtes zu liegen als an den hierdurch hervorgerufenen Schwankungen in der Wärme des Mooses. Wurde Moos, das 3 Monate hindurch trocken gewesen war, mit Wasser benetzt, so erwachten einige Arten schon nach $\frac{1}{4}$ Stunde, andere erst später. Eier nebst dem Embryo in ihnen vertrugen ohne Schaden selbst 13—14 Monate Trockenheit. In der Natur sind die Trockenperioden für die Vermehrung der Rädertiere günstig, indem die überlebenden mehr Eier liefern und die jungen Tiere schneller heranwachsen. Woran das liegt, ist allerdings noch unbekannt. P. Mayer, Jena.

nahmen fast durchweg vom Momentverschluß Gebrauch macht und dem Blitzlichtverfahren nur ein beschränktes Anwendungsgebiet eingeräumt hat, ist es in der Röntgentechnik gerade umgekehrt: Die Notwendigkeit, einen Momentverschluß aus dicken und daher für schnelle Bewegung recht ungeeigneten Bleiplatten konstruieren zu müssen und die Leichtigkeit der Durchführung des Blitzlichtverfahrens haben das letztere ausschließlich in den Vordergrund gestellt. Die Eigenschaften und besonders die Schwierigkeiten dieses Blitzlicht- oder Einschlagverfahrens werden von P. Ludewig (*P. Ludewig, Probleme der Momentröntgenographie*. Helios Bd. 21, S. 517, 1915) einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Er unterscheidet zwischen Schnellaufnahmen und Zeitaufnahmen. Schnellaufnahmen oder kurzzeitige Aufnahmen sind dann am Platze, wenn z. B. bei unruhigen Patienten (Kindern) die Belichtungszeit möglichst abgekürzt werden muß. Sie sind noch keine Momentaufnahmen, da man mit ihnen keine Aufnahmen von schnell bewegten Organen (Herz usw.) machen kann. Zu ihrer Ausführung ist in den Primärkreis des Induktors oder Hochspannungsgleichrichters ein Zeitrelais eingeschaltet, auf dessen Zifferblatt jede gewünschte Stromschlußdauer eingestellt werden kann.

Schon bei diesen Schnellaufnahmen tritt die Schwierigkeit auf, daß in der kurzen Aufnahmezeit der Antikathodenbrennpunkt der Röntgenröhre sehr heiß wird, so daß die Röhre leicht Schaden leidet. Diese Schwierigkeit wird noch größer, wenn man zu den eigentlichen Momentaufnahmen übergeht, bei denen durch eine einzige Unterbrechung des primären Stromes ein kurzdauernder, aber sehr intensiver Stromstoß durch die Röntgenröhre geht. Man hat dabei als Antikathodenmaterial das Wolfram (Schmelzpunkt ca. 3000°) benutzt. Die in der kurzen Zeit ausgelöste Röntgenstrahlenenergie ist ziemlich klein, so klein, daß sie meist für eine ausreichende Schwärzung der photographischen Platte nicht genügt. Um hier abzuhelpen, benutzt man Röntgenröhren aus Lindemannglas, das für Röntgenstrahlen erheblich durchlässiger ist als die gewöhnlichen Glassorten, und den Verstärkungsschirm, der, mit seiner fluoreszierenden Substanz auf die Schichtseite der photographischen Platte gelegt, durch das Fluoreszenzlicht an den von den Röntgenstrahlen getroffenen Stellen die Schwärzung der Platten verstärkt. Dazu kommt noch die Schwierigkeit, zur Erreichung eines guten Bildes die Belichtungszeit sehr genau treffen zu müssen und eine andere, die mit der Härte der verwendeten Röntgenröhren zusammenhängt. Für jede Aufnahme ist bekanntlich eine besondere Härte erforderlich. Bei Zeitaufnahmen läßt sich ohne weiteres durch einen Vorversuch eine geeignete Röhre auswählen. Vor Momentaufnahmen wird man aber die Auswahl der Röhre nicht unter den gleichen Betriebsbedingungen treffen können, die nachher bei der Aufnahme herrschen. Da aber der Härtegrad einer Röntgenröhre sehr erheblich von der Röntgenbelastung abhängt, und da er sich ferner, besonders bei Belastungsänderungen, oft sprunghaft verschiebt, so ist eine exakte Bestimmung der Härte der Röhre, wie sie im Moment des Einschlages tatsächlich vorhanden ist, außerordentlich schwierig. Eine zu harte Röhre wird aber auch bei richtiger Wahl der Belichtungszeit die Platte verschleiern, und eine zu weiche Röhre ein unterexponiertes Bild ergeben. Das Einschlagverfahren kann technisch in verschiedener Weise ausgeführt werden. Es ist nötig, den Primärstrom des Induktors — ein Transformator ist hierzu aus verschiedenen, auf seinem

Physikalische Mitteilungen.

Probleme der Momentröntgenographie. Während die Technik der Lichtphotographie bei Momentauf-

magnetischen Verhalten beruhenden Gründen unbrauchbar — ziemlich stark anschwellen zu lassen und dann möglichst schnell zu unterbrechen. Bei den ersten Versuchen wurde ein Metallstift aus einer Quecksilberoberfläche herausgezogen und eine einigermaßen brauchbare Funkenlöschung durch Öl zu erreichen gesucht. Da aber dabei der Unterbrechungsfunken nicht genügend beseitigt werden konnte, und da doch von der Schnelligkeit der Unterbrechung die Dauer der Momentaufnahme abhängig ist, suchte man die Unterbrechung auf andere Weise schneller zu machen. Das geschah einerseits dadurch, daß man einen in den Primärkreis eingeschalteten Draht mit einer Kugel durchschloß oder dadurch, daß man in den Primärstromkreis eine Schmelzpatrone einschaltete, die nach dem Schließen und Anwachsen des Primärstromes bei einer bestimmten Stromstärke explosionsartig durchbrannte. Ein anderes Verfahren beruht auf einer Kommutierung des Primärstromes.

Ganz besonderes Interesse für die Momentphotographie haben die elektrischen Schwingungen, die bei dem Induktionsstoß ausgelöst werden. Ihr Auftreten hat zur Folge, daß die Dauer des Röntgenlichtblitzes z. T. sehr erheblich verlängert werden kann. Schwingungen können dadurch auftreten, daß ein Kondensator zur Unterbrechungsstelle des Primärstromes parallel geschaltet wird. Das ist bei jedem Einschlagverfahren unbedingt zu vermeiden. Aber auch ohne den primären Kondensator treten in der sekundären Stromkurve Schwingungen auf. Sie haben ihren Grund darin, daß jede Spule, auf ihre Länge verteilt, Kapazität und Selbstinduktion besitzt. Statt des einmaligen, kurzdauernden Stromstoßes, den man erreichen will, findet man demnach im Oszillogramm des Sekundärstromes einen Schwingungsverlauf, dessen Schwingungsdauer um so größer ist, je größer die Selbstinduktion und die Kapazität der Sekundärspule ist. Photographiert man das bei einer einzelnen Unterbrechung von einer Röntgenröhre ausgehende Röntgenlicht auf eine schnellbewegte photographische Platte, so erscheinen einzelne Streifen, die durch lichtlose Pausen voneinander getrennt sind. Es ist ohne weiteres klar, daß man im Momentröntgenverfahren diese Schwingungen zu unterdrücken suchen muß, da sie die Dauer des Sekundärstromes erheblich verlängern können. Alte Induktoren mit ihrer meist sehr langsamen Sekundärschwingung sind unter diesem Gesichtspunkt für den Röntgenbetrieb sehr wenig geeignet. Es empfiehlt sich daher, die Sekundärspule so zu dimensionieren, daß die Schwingung sehr schnell verläuft. Dazu muß sie aus wenigen Windungen bestehen. Da sich aber die Schwingung niemals ganz beseitigen läßt, so folgt daraus, daß es auf dem eingeschlagenen Wege eine Grenze für die Schnelligkeit der Aufnahmen gibt. Diese Überlegungen sind für das Verständnis mancher Resultate der röntgentechnischen Literatur von großer Bedeutung. So finden sich z. B. in der Literatur über die Dauer von Momentaufnahmen die sich widersprechendsten Angaben und auch lange Polemiken, ohne daß auf den springenden Punkt, nämlich auf die Schnelligkeit der Sekundärschwingungen, nur mit einem Wort hingewiesen ist. Es ist daher nötig, daß bei jeder Angabe über Zeitdauer genaue Angaben über alle Schaltungseinheiten der Anlage gemacht werden.

Über günstige Entladungsform der Röntgenapparate. Bei den in der praktischen Röntgentechnik gebräuchlichen beiden Betriebsformen mit Induk-

torium und Hochspannungsgleichrichter gehen durch die Röntgenröhre einzelne durch Pausen voneinander getrennte Stromstöße. Man kann die Frage aufwerfen, ob es zur Erzielung eines möglichst großen Nutzeffektes besser ist, viele schnell aufeinanderfolgende Stromstöße kleiner Amplitude oder wenige Stromstöße im großen Abstand und mit großer Amplitude zu verwenden. Man hat in der Praxis den zweiten Weg eingeschlagen und B. Winawer sucht in einer Arbeit über die günstigste Form der Entladungskurve (*Physikalische Zeitschrift* Bd. 16, S. 391, 1915) dieses Problem zu lösen. Er geht von einem Versuchsergebnis von Carter aus, nach welchem das Verhältnis der erzeugten Röntgenstrahlenenergie zu der sie erzeugenden Kathodenstrahlenenergie proportional der Entladungsspannung wächst, und folgert daraus, daß man die Hochspannungsquelle nur auf kurze Momente an die Röntgenröhre anschließen und so eine Anzahl kurzdauernder, starker Stromstöße durch die Röhre schicken soll. Um dies experimentell zu prüfen, wurde eine mittelharte Röntgenröhre mit drei Stromkurven betrieben, bei denen sich die Breiten der Entladungsstöße wie 1 : 7 : 16 verhielten. Die Röntgenstrahlenenergien wurden elektroskopisch gemessen und das Verhältnis der Stromkurvenbreiten mit Hilfe einer Glimmlichtröhre und des rotierenden Spiegels geschätzt. Wurde bei zwei Stromkurven der mit einem Deprezinstrument gemessene Strom in beiden Fällen auf 1,7 Milliampere eingestellt, so war das Verhältnis der Stromkurvenbreiten 1/2,3 und das Verhältnis der Röntgenstrahlenenergie ca. 1,4. Bei der gleichen Belastung ergab daher die Stromkurve mit kurzen, starken und wenigen Stößen die größere Ausbeute an Röntgenstrahlen. Weitere Versuche bezogen sich auf die vom Verfasser aufgestellte Forderung, daß von zwei verschiedenen Stromquellen diejenige für den Betrieb als günstiger zu bezeichnen ist, welche bei gleicher Belastung die größere Erwärmung der Antikathode verursacht. Auch dies glaubt der Verfasser nach seinen Versuchen bestätigen zu können.

Über den Spannungsverlauf an Röntgenröhren. Die bisherigen Versuche, den Verlauf der Spannung an einer Röntgenröhre während des Betriebes zu bestimmen, haben zu keinem einwandfreien Ergebnis geführt. Und doch ist das Problem der Erforschung der Art und des zeitlichen Verlaufes des von einer Röntgenröhre ausgestrahlten Röntgenlichtes eines der wichtigsten der heutigen wissenschaftlichen Röntgentechnik. Der Grund für das Versagen der bisherigen Methode liegt darin, daß man bei Verwendung des Oszillographen einen Punkt des Hochspannungskreises erden muß und durch die parallel zur Röntgenröhre liegende Oszillographenschleife den Spannungsverlauf, den man messen will, so sehr beeinflußt, daß das Meßresultat keinen Wert besitzt. Bei Anwendung elektrostatischer Voltmeter treten ähnliche Schwierigkeiten auf. Für die praktische Röntgentechnik ist daher eine Versuchsanordnung von großem Werte, die von A. Wehnelt (*A. Wehnelt, Über den Spannungsverlauf an Röntgenröhren. Annalen der Physik* Bd. 47, S. 1112; 1915) mitgeteilt wird und einwandfreie Resultate zu erzielen ermöglicht. Wehnelt benützt zur Aufzeichnung der Spannung die Braunsche Röhre. Von den beiden Enden der Sekundärspule des Induktors führen zwei gut isolierte Verbindungsleitungen zu zwei kleinen, in etwa 1 m Abstand einander gegenüberstehenden Kondensatorplatten. In der Mitte zwischen ihnen stehen zwei ähnliche Platten in geringem Abstände zueinander und sind mit den Kondensator-

satorablenkungsplatten einer sehr lichtstarken Braunschen Röhre verbunden. Der Kathodenstrahl erfährt dann infolge der elektrischen Influenzladung der mittleren Platten eine Ablenkung, die in jedem Augenblicke der an den Induktropolen resp. an der Röntgenröhre liegenden Spannung proportional ist. Mit dieser Versuchsanordnung wurden von Wehnelt Spannungskurven beim Betriebe der Röntgenröhre mit einem Dessauerschen Hochspannungsgleichrichter aufgenommen. Nach den reproduzierten Abbildungen überwindet bei jedem Stromstoß die Spannung zunächst ein Maximum und stellt sich auf einen viel kleineren, konstant bleibenden Wert ein, um dann abzufallen. Bei sehr harten Röntgenröhren löst sich jeder Stromstoß in eine Anzahl aufeinanderfolgender Stromdurchgänge auf. Die Form der Kurven ist für die Theorie des Zusammenwirkens von Induktorium und Röntgenröhre von großem Interesse.

Zur Frage der Härtemessung der Röntgenstrahlen.

Eine Anzahl der in der Praxis der Röntgentechnik gebräuchlichen Härtemesser beruht auf dem Prinzip, die Durchlässigkeit einer Substanz variabler Dicke (etwa einer Aluminiumtreppe) mit der eines dünnen Silberbleches zu vergleichen. Man beobachtet auf einem Leuchtschirm, an welcher Stelle die Strahlenintensität hinter der Substanz variabler Dicke gleich der hinter dem Silberblech ist. Bei genauen Versuchen pflegt man die subjektive Beobachtung durch die Schwärzung einer photographischen Platte zu ersetzen. Der Verfasser der vorliegenden Mitteilung (F. Voltz, *Zur Frage der Härtemessung der Röntgenstrahlen auf photographischem Wege*, Physikalische Zeitschrift Bd. 16, S. 306, 1915) glaubt gefunden zu haben, daß diese photographische Bestimmung Fehlerquellen in sich schließt. Er hat mehrmals die Beobachtung gemacht, daß die photographisch festgelegten Härtegrade andere Werte ergaben, als wenn die Messungen am Leuchtschirm vorgenommen wurden. Dieser Befund veranlaßte ihn, die Frage näher zu untersuchen und zwar im besonderen nach der Richtung hin, ob photographische Platten verschiedenen Fabrikates und verschiedene Zusammensetzungen des Entwicklers von Einfluß sind. Zu den Versuchen wurden W. A. H.-Röntgenplatten der Firma Reiniger, Gebbert & Schall und Schleußner-Röntgenplatten und ferner Glycin- und Methol-Hydrochinon-Entwickler benutzt. Es zeigte sich, daß die Werte der Wehneltkala niedriger sind, wenn die Skala auf W. A. H.-Platten aufgenommen wurde. Die Art des Entwicklers spielt eine geringere Rolle. Bemerkenswert ist ferner die angefügte Mitteilung, daß auch die Art der Verpackung der Platte eine Rolle spielt. Eine Erklärung dieser Erscheinungen ist nicht versucht. Doch dürfte sie auf Grund der Erscheinung der selektiven Absorption der Röntgenstrahlen und der Erscheinung des Auftretens von Sekundärstrahlen leicht zu ermöglichen sein.

Zur Herstellung von Röntgenspektralaufnahmen benutzt

E. Wagner (E. Wagner, *Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen I. Annalen der Physik* Bd. 46, S. 868, 1915) in einer ausführlichen Untersuchung über die Einwirkung verschiedener Spektralbereiche der Röntgenstrahlen auf die photographi-

sche Platte die bekannte Anordnung der Interferenzreflexion an der Spaltungsfläche eines sich drehenden Kristalls, der bei einer bestimmten Stellung nur eine Wellenlänge reflektiert und daher bei der Drehung die Wellenlängen nebeneinander auf die photographische Platte legt. Auf die praktische Ausführung des Spektrographen wurde größte Sorgfalt gelegt und zwar besonders, um Erschütterungen des Kristalls durch den Drehmechanismus zu vermeiden. Der Kristall wurde nicht ganz gedreht, sondern nur langsam in dem nötigen Bereich hin- und hergeschwenkt. Am Ende des Schwenkungsbereiches wurde der Drehsinn des Motors durch einen Umschalter geändert. Der für die Röntgenröhren nötige, hochgespannte Strom wurde einem Hochspannungsgleichrichter entnommen und für harte Strahlen eine Intensivröhre (Gundelach) mit Wolframantikathode, für weiche Strahlung eine Müllerröhre mit Platin- oder Palladiumantikathode benutzt. Als Reflexionskristall wurde Steinsalz wegen seiner intensiven Reflexionsfähigkeit gewählt. Es ergab sich, daß optisch gute Stücke für die Röntgenstrahlbeugung ungeeignet waren und umgekehrt. Die Untersuchungen hatten besonders den Zweck, die Eigenschaften zweier merkwürdiger Banden festzustellen, die von de Broglie im Bereich kurzer Wellen gefunden waren. Aus seinen Versuchen schließt Wagner, daß diese beiden Schwärzungsbereiche nicht durch eine besondere Strahlung der Röntgenröhre in diesem Wellenlängengebiet hervorgerufen werden, sondern dadurch, daß das Silber und Brom der photographischen Platte durch diesen Wellenlängenbereich zu starker Fluoreszenzstrahlung erregt wird, und daß erst diese sekundär erzeugte Strahlung für die Schwärzung der photographischen Platte verantwortlich zu machen ist. Wenn diese Vermutung richtig ist, so müßte auch ein anderes Metall, wenn es als Folie dicht auf der empfindlichen Schicht liegt, eine ähnliche Bande erzeugen und zwar im Spektrum an der Stelle, wo der Wellenlängenbereich, der die Röntgenfluoreszenz des Metalls erzeugt, liegt. Zu diesem Versuch wurde auf die Schicht reine Zinnfolie glatt aufgedrückt und eine Spektralaufnahme gemacht. Es trat tatsächlich eine neue „Zinnbande“ auf, die in ihrem ganzen Verlauf ein völliges Analogon zu den beiden der empfindlichen Schicht eigentümlichen Banden bildet. Dabei ist die große Intensität der erregten Zinnbande besonders bemerkenswert und nur dadurch zu erklären, daß die Primärstrahlung eine sehr erhebliche Absorption im Zinn erleidet. Nach diesen Erfahrungen am Zinn wurde an der „Silberbande“ folgender Absorptionsversuch gemacht. In den Weg der Strahlung wurde eine dünne Folie reinen Silbers gebracht. Da dadurch der Teil des Spektrums, der die Silber-Röntgenfluoreszenz erregt, absorbiert wird, so mußte jetzt die in dem Silber der photographischen Schicht erregte Fluoreszenzstrahlung und damit die Silberbande wegfallen. Auch das war der Fall. Wenn sich auch die mitgeteilten Versuche bisher nur auf die Silberfluoreszenzstrahlung und noch nicht auf die Bromstrahlung beziehen, so zweifelt der Verfasser doch nicht an dem Ursprung der zweiten, der „Brombande“. Die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die photographische Platte beruht demnach im Gebiet der meistens verwendeten kurzen Wellen auf der höchst eigenartigen Fluoreszenz der Silber- und Bromatome der photographischen Schicht. P. Ludewig, Freiberg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
MAR 10 1916

Heft 4.

28. Januar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Krieg und Nervensystem. Von *Dr. E. Trömmner*,
Hamburg. S. 41.

Bericht über die VII. Jahreskonferenz für Natur-
denkmalpflege in Berlin. Von *Dr. O. Herr*,
Görlitz. S. 46.

Besprechungen:

Timerding, H. E., Die Analyse des Zufalls. Von
F. Reiche. S. 49.

Wien, W., Die neuere Entwicklung unserer Univer-
sitäten und ihre Stellung im deutschen Geistes-
leben. Von *O. Külpe*. S. 50.

Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethno-
logie und Urgeschichte: Ergebnisse und Probleme
der Haarforschung. Über die Anwendung des

Gesetzes der Massenwirkung in der Erbforschung.
S. 50.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen
Akademie der Wissenschaften, der Königlich
Bayrischen Akademie der Wissenschaften. S. 53.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
S. 54.

Meteorologische Zeitschrift. S. 55.

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 56.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen
Gesellschaft. S. 56.

Physikalische Zeitschrift. S. 56.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschienen:

Beiträge zur Kriegsheilkunde

Aus den Hilfsunternehmungen der deutschen
Vereine vom Roten Kreuz während des
italienisch-türkischen Krieges 1912
und des Balkankrieges 1912-1913

Herausgegeben vom

Zentralkomitee der deutschen Vereine vom Roten Kreuz

(XVII u. 1113 Seiten) 8°. — Mit 607 Abbildungen

Preis M. 40,—; in Leinwand gebunden M. 42,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

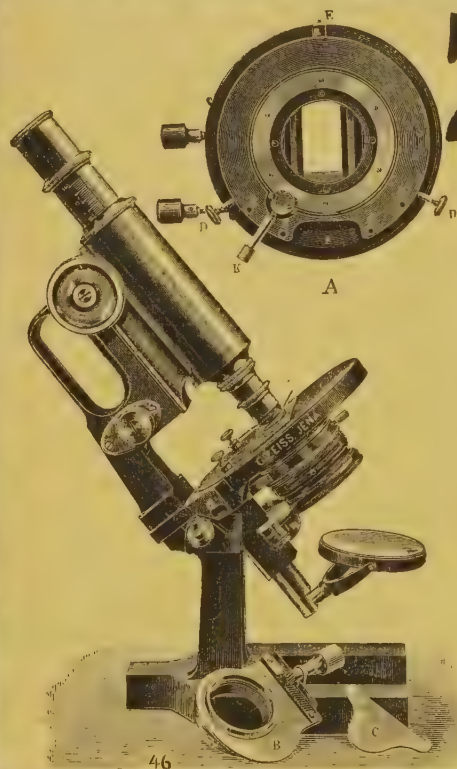
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/10 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg



Buenos
Aires

Verlag von Julius Springer in Berlin

Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums

Für Anthropologen, Physiologen, Anatomen und Ärzte

dargestellt von

Privatdozent Dr. Hans Friedenthal

Nikolassee

Mit 34 Textabbildungen und 3 Tafeln

Preis M. 8.—

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

28. Januar 1916.

Heft 4.

Krieg und Nervensystem.

Von Dr. E. Trömmner, Nervenarzt, Hamburg.

Wenn keine Geringeren als unser Kaiser und Hindenburg in bekannten Aussprüchen den Nerven die ausschlaggebende Rolle im modernen Kriege zusprachen, so galt hier das Wort „Nerven“ nicht in wissenschaftlich-medizinischem, sondern in populärem Sinne als Inbegriff der Grundeigenschaften unseres zentralen Nervensystems, vor allem der Hirnrinde; denn die gemeinten Qualitäten, Energie, zielbewußte Ausdauer und unbedingte Pflichttreue sind Kroneigenschaften des deutschen Hirns, erworben durch eine jahrhundertelange nationale Erziehung. In diesem Sinne darf nicht mehr der *Nervus rerum*, sondern die *Res nervorum* die Hauptrolle im modernen Kriege spielen. Die hirnmäßige Art moderner Kriegsführung stellt aber zugleich früher ungekannte Anforderungen an das Nervensystem unserer Krieger. Die modernen Transportmittel, welche schnelle und häufige Verschiebungen großer Truppenkörper ermöglichen, das elektrische Nachrichtenwesen, welches in der Zeiteinheit hundertmal mehr Meldungen und Befehle zu verteilen vermag als die alten Methoden, die technische Vervollendung moderner Zerstörungsmaschinen, ihre Schnelligkeit, Reichweite und die unglaublich gesteigerte Wirkungskraft ihrer Geschosse, alles das sind Umstände, welche das Kampffeld nach allen Dimensionen des Raumes und der Zeit um das Vielfache erweitert und damit auch ihre Wirkung auf das Nervensystem gesteigert haben. Der moderne Krieg der Gehirne ist leider auch ein Krieg gegen die Gehirne geworden — das Gehirn nicht nur als Sitz der Intelligenz, sondern auch als Zentralreservoir nervöser Energien aufgefaßt.

Noch in keinem Feldzuge wurden dem Nervensystem der kämpfenden Truppen so gewaltige Anstrengungen zugemutet; noch nie war so viel von Nervenzusammenbrüchen die Rede als heute. In der Tat bietet das Nervensystem als kompliziertestes Organsystem unseres Körpers eine außerordentliche Fülle von Schädigungsmöglichkeiten, welche der populären Form der Verrücktheit oder Nervosität nur zum kleineren Teil entsprechen.

Im ganzen lassen sich zwei Hauptarten von Schädigungen unterscheiden: 1. Grobmechanische infolge von Gewebszerstörung und 2. funktionelle oder besser gesagt dynamische infolge von Störung der Funktion ohne begleitende sichtbare Zerstörung. Zwischen beide schieben sich noch eine Reihe von Erkrankungen, denen wir Gewebsstörungen, gleichsam Mikrostörungen zugrunde

legen, obwohl wir sie noch nicht optisch oder chemisch nachweisen können.

Diese verschiedenen Störungen können sich nun an sehr verschiedenwertigen Stellen unseres Nervensystems abspielen.

Als Hauptteile lassen sich unterscheiden: *Leitungssysteme*, *Reflexorgane* und *Koordinationsysteme*. Als bloßes *Leitungssystem* von Empfindungsreizen und Bewegungsimpulsen dient im allgemeinen das periphere Nervensystem und die weiße Substanz des Rückenmarks. *Hauptreflexorgane* sind Rückenmarksgrau und Hirnstamm, und als *Koordinationsysteme* sind Kleinhirn und Großhirn zu bezeichnen.

Die Verwundbarkeit dieser Hauptteile ist eine recht verschiedene. Während das, aus Hirn und Rückenmark bestehende, zentrale Nervensystem zwar von schneckenhaft weicher Beschaffenheit, dafür aber von ziemlich starken Knochenhüllen, nämlich Schädel und Wirbelsäule umschlossen ist, ziehen die von der Basis des Gehirns und der Peripherie des Rückenmarks entspringenden *Hirn- und Spinalnerven* zwischen weichen Muskel- oder Gewebsmassen bis zu ihren Endorganen, den Muskeln, Drüsen oder den verschiedenen Haut- und Schleimhautflächen hin, ungeschützt, aber doch durch Fibrillenscheiden und durch zwischengeflochtenes Bindegewebe zu so festen Strängen verwachsen, daß sie angreifenden Schädlichkeiten erheblichen Widerstand zu leisten vermögen. Während z. B. Hirn und Rückenmark durch einen mäßigen Fingerdruck zerquetscht werden können, sind periphere Nerven schwerer zerreißbar als gute Bindfäden. Die Folgen ihrer Zerstörungen sind nun da besonders groß, wo die Nerven zu *Geflechten* oder *Nervenplexus* vereinigt in die Extremitäten eintreten. Solcher Plexus unterscheiden wir am Körper vier: 1. den Plexus cervicalis, dessen austretende Nerven Muskeln und Haut von Hals und Schulter versorgen, 2. den Plexus brachialis, aus dem Bewegungs- und Empfindungsnerven für die Arme entspringen, 3. den Plexus lumbalis mit Nerven für die untere Bauchhaut und die Oberschenkel und 4. den Plexus ischiadicus, der die Unterschenkel und die Organe des Dammes innerviert. Welche Arten von Nervenschädigungen hier entstehen, hängt nicht von persönlichen Verhältnissen ab, denn Konstruktion und Widerstandsfähigkeit genannter Spinalnerven sind im allgemeinen bei allen Gesunden gleich — sondern von ihrer Vergesellschaftung resp. Gruppierung und von der Art des *Geschosses*.

Das humanste *Geschöß* ist außer dem deutschen das legale französische Infanteriegeschöß, welches bei großer Geschwindigkeit wichtige

Körperorgane glatt durchschlagen kann und infolge seiner Schlankheit die schmalen Nervenzüge nicht selten umgeht oder durchbohrt, ohne sie zu zerreißen. Etwa $\frac{9}{10}$ aller Nervenverletzungen sind Infanterieschüsse. Gefährlicher werden schon Querschläger oder Verwundungen durch sog. Sekundärgeschosse, wenn abgesprengte Knochensplitter mit explosiver Gewalt in Nachbargewebe hineingesprengt werden. Ähnliche Sprengwirkungen entwickeln Dum-Dum-Geschosse oder die doppelkernigen englischen Geschosse, die ja seit Monaten auch von den amerikanischen Munitionsfabriken unseren Feinden geliefert werden. Seltener und im allgemeinen weniger gefährlich sind Verletzungen durch Schrapnellkugeln, weil diese infolge geringerer lebendiger Kraft oft nur die Oberschichten des Körpers durchdringen. Am fatalsten wirken Granat- oder Minensplitter, weil sie mit großer Energie eindringen, durch ihre scharfzackige Gestalt die Gewebe stark zerfetzen und durch mitgerissene Kleider- oder Erdteilchen besonders häufig eitrige Entzündungen erregen. In der Art der Kriegsführung und der Munitionsversorgung liegt es, daß Schrapnell- und Granatsplitterverletzungen im Westen viel häufiger vorkommen als auf östlichen Kampfplätzen.

Was den Ort von Nervenverletzungen anlangt, so sind diejenigen der Schulter- und Armnerven weitaus am häufigsten, weil diese sowohl beim Sturmangriff als auch beim Schützengrabenkampf am meisten exponiert sind. Nach *Ökonomakis'* Zusammenstellung aus den Balkankriegen sind es etwa zwei Drittel aller peripheren Nervenverletzungen überhaupt. Von den Armen wird, infolge seiner Haltung beim Schießen, wieder der linke Arm etwa doppelt so häufig getroffen als der rechte. Da nun die drei Hauptnerven des Armes, nämlich der *Ulnaris*, welcher die kleinen Fingerspreiz- und Schließmuskeln der Hand, der *Medianus*, welcher die Beugemuskeln von Finger und Hand, und der *Radialis*, welcher die Strecker von Finger, Hand und Unterarm innerviert, nach ihrem Austritt aus dem Rückenmarkskanal sich erst im Plexus, ähnlich einem Schienenweg durch eine Weichenanlage, verzweigen (Fig. 1) und dann am ganzen Arm entlanglaufen, so können Schüsse an ganz verschiedenen Stellen dieses Verlaufs dieselben Lähmungsbilder bewirken (Fig. 2).

Die Zeichen einer vollkommenen Durchtrennung, Abschnürung oder Zerquetschung eines Nervenbündels — denn jeder „Nerv“ besteht wieder aus Tausenden allerfeinsten Nervenfibrillen — sind 1. Muskellähmung, d. h. Verlust jener drei Arten von Erregbarkeit, deren sich jeder normale Muskel rühmen darf, nämlich der willkürlichen Erregbarkeit durch den nervdurcheilenden Willensimpuls, der reflektorischen, vermöge des die Zuckung auslösenden Schlages auf seine Sehne und 3. der normalen elektrischen. Der Muskel gehorcht dann also dem Willen nicht mehr, zuckt nicht mehr auf den reflexerregenden Schlag hin

und antwortet auf einen galvanischen Stromreiz nicht mehr mit blitzartig kurzer, sondern mit träger Zuckung. Ein zweites Merkmal ist die Muskelatrophie, d. h. die schon nach 8 Tagen sichtbare Verminderung des Muskelumfanges, und 3. der Verlust der Empfindung in den vom Nerv versorgten Hautgebieten.

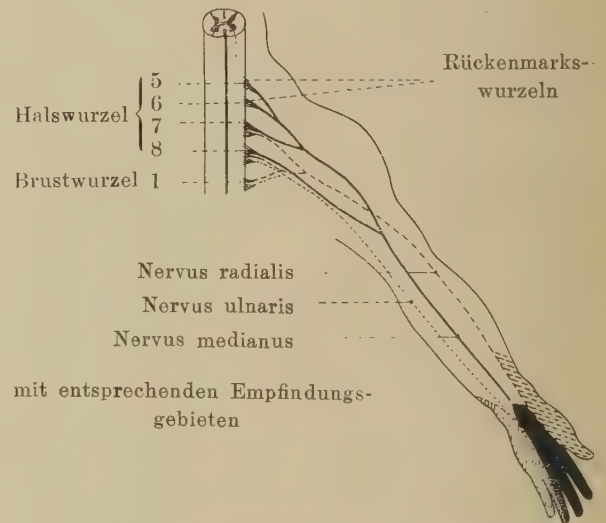


Fig. 1. Nerven des Arm- (Brachial-) Plexus.



Fig. 2. Handstrecker- (Radialis-) Lähmung durch Oberarmschuß.

Physiologisch interessiert, daß im Bereich solcher peripherer Anästhesien nicht immer alle Empfindungsqualitäten in gleichem Umfange gestört sind, sondern daß z. B. Störungen der Tast-, Wärme-, Kälte- und Schmerzempfindung verschiedene Areale einnehmen können.

Diese Zeichen von Leitungsunterbrechung ändern oder mindern sich natürlich in den häufigeren Fällen unvollkommener Lähmung. Wenn also der Nerv nur gequetscht oder teilweise zerrissen ist, fehlen gewöhnlich Sensibilitätsstörungen; denn, obwohl nach *Stillings* Zählungen die sensiblen Fibrillen in einem Nervenbündel im Verhältnis von 5 zu 3 überwiegen, so erkrankten sie doch seltener als die motorischen, weil sie gegen mechanische und entzündliche Schädigungen widerstandsfähiger sind. Fernerhin betrifft in Fällen partieller Läsion die Muskellähmung nur einzelne der vom Nervenbündel versorgten Muskelgruppe. So z. B. ist es bekannte Erfahrung, daß bei unvollkommenen Radialislähmungen gewöhnlich die Strecker der Finger stärker als die der Hand gelähmt sind, daß bei Teillähmungen des Medianus nicht selten nur der Beuger des Zeigefingers gelähmt ist u. a. Ähnliche Teilstörungen können auch die sensiblen Nervenästchen erleben, sofern z. B. die verschiedenen Qualitäten eines Empfindungsbereichs in disparater Weise gestört oder sofern in einem Vertaubungsfelde kleine Inseln mit größerer oder geringerer Empfindlichkeit ausgespart sein können. Kurz, so typisch und überblickbar die kompletten Nervenlähmungen sind, so mannigfache und nur durch sorgsamste Untersuchungen zu präzisierende Symptomgruppierungen können bei Teilverletzungen auftreten.

Der erhobene Lähmungsbefund bestimmt natürlich die wichtige Frage der Behandlung. Möglichst frühe Behandlung fördert natürlich jede Heilung. Unvollkommene Lähmungen (Paresen) und glatte unkomplizierte Nervendurchtrennungen pflegen allerdings von selbst im Verlauf von 2 bis 12 Monaten zu heilen, vor allem, wenn man durch physikalische Maßnahmen, heiße Bäder, Umschläge und vor allen Dingen galvanische Behandlung, das Heilbestreben der Natur fördert. In allen Fällen aber von vollkommener Nervenzerreißung oder Zerquetschung muß, falls die Wunde nicht mit Eiterkeimen infiziert ist, möglichst früh eine chirurgische Revision stattfinden, muß der Nerv freigelegt, eingedrungene Geschosse oder Knochenteile entfernt und die angefrischten Nervenenden mit peinlichster Genauigkeit vernäht werden; je früher, um so besser; denn es zeigt sich, daß nur Nähte wirklich lebensfrischer Nerven zur Wiederverwachsung und zur Wiederbahnung der Funktion führen; ebenso wie aufgepfropfte Baumreiser nur in lebensfrischem Zustande mit dem Stamm verwachsen.

Jene drei Zeichen der mechanischen Leitungsunterbrechung erlauben uns nun auch mit Sicherheit zwischen wirklicher organischer Lähmung und jenen Scheinlähmungen zu unterscheiden, welche wir *hysterische* oder *psychogene* nennen, und welche, da die männliche Hysterie fast ausschließlich Unfällen oder Verletzungen folgt, natürlich in Zeiten „traumatischer Epidemien“, wie *Bergmann* die Kriege paradox nannte, besonders häufig erscheinen. Nach meinen Beobachtungen im Barm-

becker Nervenlazarett sind etwa auf 10 organische Lähmungen eine hysterische zu rechnen. Diese Lähmungen entstehen entweder isoliert oder, was häufiger ist, in Kombination mit organischen, stets aber im Gefolge von Unfällen. Ich will einige Beispiele anführen:

Einem Soldaten wurde durch einen auffallenden Balken das rechte Handgelenk gequetscht. Sofort waren Hand und Finger fast völlig gelähmt und von einer empfindungslosen Zone bedeckt, welche in Form eines langen Handschuhs Hand und Handgelenk umgab. Oder einem Soldaten wurde durch eine Granatverschüttung der Fuß nicht eben schwer gequetscht. Die Folge war eine vollkommene Lähmung des Fußes nebst Empfindungslosigkeit desselben bis zur Unterschenkelmitte. Oder ein Landwehrmann setzte sich durch

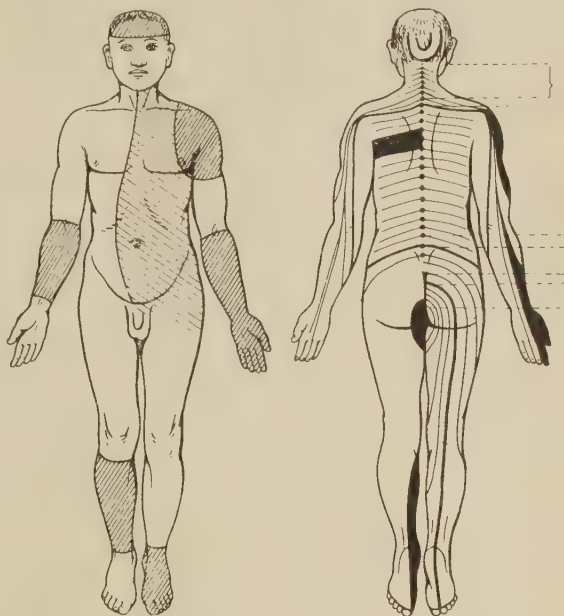


Fig. 3. Begrenzung der Sensibilitätsstörungen bei hysterischen (psychogenen) Lähmungen.

Fig. 3a. Grenzen der Empfindungsstörungen bei organischen (Rückenmarkswurzel-) Lähmungen. Gegensatz zu Fig. 3.

einen Fall die rechte Schulter aus; nach Wiedereinrenkung kehrte aber nicht, wie üblich, die Beweglichkeit des Armes in Stunden oder Tagen wieder, sondern es blieb eine Lähmung des Schultergelenks bestehen, verbunden mit einer Gefühlsvertaubung, welche das ganze Schultergelenk wie eine flach aufgesetzte Kappe umgab. In all diesen Fällen fehlten die objektiven Zeichen der Nervenlähmung, also Atrophie, Areflexie, Veränderung der elektrischen Erregbarkeit; und da ferner die Gefühlsvertaubung jene für hysterische Störungen charakteristische Transversalbegrenzung aufwies (Fig. 3 u. Fig. 3a), so war hysterische oder psychogene Lähmung anzunehmen und die Behandlung danach zu richten. Den besonderen geometrischen Charakter erwähnter Störungen werden wir später besprechen. Dieser Charakter

sichert zugleich die Träger solcher Lähmungen gegen Simulationsverdacht, denn simuliert könnten sie nur werden, falls der Betreffende ihre klinischen Merkmale genau kennt und außerdem imstande wäre, starke Schmerzreize, z. B. tiefe Nadelstiche oder stärkste elektrische Reize, reaktionslos zu unterdrücken. Das diese Lähmungen aber gerade fast nur Ungebildete befallen, zeugt u. a. für ihre Realität. Zur Ehre des deutschen Soldatenstandes sei's gesagt, daß Simulation nervöser Krankheitszustände in nur vereinzelten Fällen festgenagelt werden konnte. Häufiger freilich verrieten erwähnte funktionelle Störungen jene eigentümliche Schwerangreifbarkeit, welche man passive Resistenz gegen therapeutische Bemühungen genannt hat, welche leider allzu menschlichem Wunsche entspringt, durch die bestehende Krankheit vor Wiedereinstellung zur Front bewahrt zu werden, und welche bei schwachnervigen Menschen auf dem Boden angeborener Neuropathie natürlich besonders gern erwächst. Erfährt ein solches labiles, mangelhaft stabilisiertes Nervensystem irgendeine schmerzhaft erschütternde Wirkung durch Unfall oder Verwundung, so treten, in Verbindung mit ausgelösten depressiven Affekten (Schreck oder Schmerz), jene eigentümlichen Hemmungen auf, welche auch der Gesunde in Momenten schreckhafter Überraschung erleben kann, wenn z. B. ein plötzlicher Schreck vorübergehend die Glieder zu lähmen scheint oder den Körper gegen die Außenwelt in eine Art Veräubungszustand versetzt. Während aber solche Hemmungen vom gesunden Nervensystem alsbald wieder ausgeglichen oder sozusagen vom Strom normaler nervöser Eindrücke wieder hinweggeschwemmt werden, erfahren sie im neuropathischen Nervensystem eine Fixation. Aus vorübergehender Schrecklähmung wird eine psychogene Dauerlähmung, die sich nun, als wollte sie sich vor weiteren schmerzhaften Eindrücken schützen, gegen weitere Einwirkungen gewissermaßen abkapselt und sich mit der Bandage der Anästhesie umgibt (Fig. 3). Hat der betreffende Kranke das Glück, sofort neurologisch richtig erkannt und entsprechend suggestiv behandelt zu werden, so ist die Lähmung zum Erstaunen Mitleidender wie durch Zauberschlag wieder zu beseitigen; in anderen Fällen, und besonders, wenn die betreffende Lähmung verkannt oder falsch behandelt wird, kann sich der Lähmungskomplex in eine Art uneinnehmbarer Verschanzung verwandeln, gegen welche späterer Ansturm selbst der besten Mittel versagt. Besonders häufig zeigen das Verwundete, welche das verletzte Glied längere Zeit im Verbande trugen. Hier wurde die ursprünglich durch den Verband erzwungene Unbeweglichkeit zur psychogenen Dauerfixierung. In ähnlicher Weise fördernd wirken auch organische Nervenlähmungen, auf welche sich dann die erweiterte psychogene gewissermaßen aufpfropft. Anschaulich illustrierte das ein Verwundeter, welcher durch einen Ellbogenschuß eine Radialis-

lähmung bekam und behufs Nervenlösung operiert wurde. Als der Arm nach vier Wochen vom Verband befreit wurde, waren auch die vorher heilen Muskeln gelähmt und der Arm bis zum Ellbogen empfindungslos (Fig. 4). Durch wochenlange elektrische Behandlung gelang es aber, die Nerven aus ihrem während des Verbandes eingetretenen Dornröschenschlaf wieder zu erwecken. So wunderbar diese dem alltäglichen Erlebnis barock widersprechenden Lähmungen sind, so begreiflich ist es doch, daß sie unter den ungeheuren Nervenstrapazen des Krieges wesentlich häufiger auftreten, als unter den Unfallverletzten industrieller Betriebe im Frieden. Die mannigfach erschöpfenden Einflüsse des Frontdienstes, körperliche Strapazen, Schlaflosigkeit, Einwirkung ungewohnter Affektstürme auf das Nervensystem,

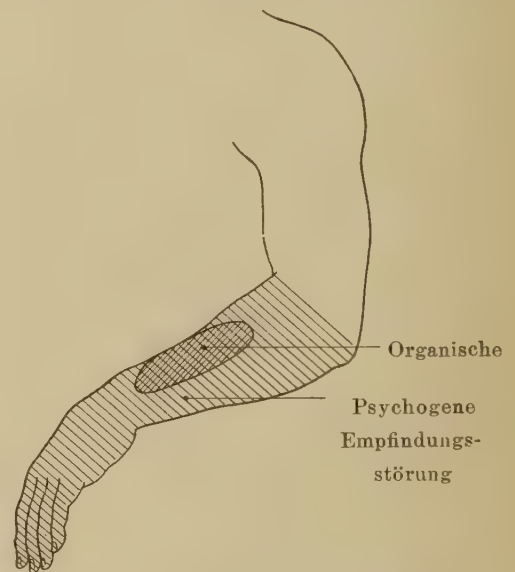


Fig. 4. Organisch-psychogene Radialis-Lähmung.

der Zwang, normale Reaktionen darauf zu unterdrücken, die Hochspannung, unter der, besonders bei kriegerischen Aktionen, das zentrale Nervensystem keucht, und schließlich nach geschehener Verwundung der Übergang zu plötzlicher Ruhe, das jähe Absinken vorheriger Hochspannung, das alles sind Momente, welche die Ausschaltung psychischer Komplexe in Form von Bewegungs- oder Empfindungslähmungen erheblich begünstigen.

Besonders interessant ist es und für Nicht-ärzte geradezu verdächtig, daß jene psychogenen Lähmungen oder Aufbauten auf organische Lähmungen im allgemeinen nur bei relativ leichten Verwundungen vorkommen, hingegen bei wirklich schweren, lebensgefährlichen fehlen; vielleicht, weil letztere einen so entscheidenden eindeutigen Eindruck auf das Gehirn hervorbringen, daß psychische Erweiterung des Krankheitsbildes unterbleibt. Zwei in dieser Beziehung besonders interessante Parallelfälle organischer und hysterischer

Rückenmarkslähmung will ich später erwähnen (Fig. 6—9).

Rückenmarkslähmungen sind Gott sei Dank erheblich seltener als periphere Verletzungen, nämlich etwa $\frac{1}{20}$ von jenen. Ihre Ursachen sind, wenigstens im Kriege, stets Verletzungen oder schwere Erschütterungen der sie umschließenden Wirbelsäule, jedoch ohne konstante Beziehung zwischen beiden. Leichten Schußverletzungen der Wirbel ohne dauernde Rückenmarksschädigungen begegnen wir ebenso häufig als schweren Rückenmarkslähmungen ohne röntgenologisch sichtbare Wirbelzertrümmerung. Die weiche und gefäßreiche Substanz des Rückenmarks beantwortet selbst reine Erschütterungen der Wirbelsäule, z. B. durch Kugelanprall an ihre Wand, mit Blutungen in die graue Substanz oder mit umschriebenen Erweichungen. Zum allgemeinen Verständnis der

sekundären Erweichungen in den durchbluteten Rückenmarksabschnitten führen.

Die graue Substanz wird nun von einer Röhre elfenbeinweißer Substanz umgeben, deren hunderttausend sensible und motorische Nervenbahnen alle Teile unseres Körpers, besonders aber Haut und Muskulatur, mit dem Rückenmarksgrau, dem Hirnstamm und weiterhin (durch übergeordnete Bahnen) auch mit Klein- und Großhirn verbinden. Diese Leitungssysteme scheidet man nach ihrer Lage in Hinter-, Vorder- und Seitenstränge. Die Hinterstränge enthalten hirnwärts laufende Leitungen für Gelenk-, Muskel- und Tastempfindungen, die Vorderstränge Bahnen, welche die Willensimpulse vom Großhirn abwärts leiten, und die Seitenstränge endlich bergen verschiedene Leitungssysteme, einesteils vom Großhirn abwärts (Pyramidenseitenstrangbahnen), andererseits zum

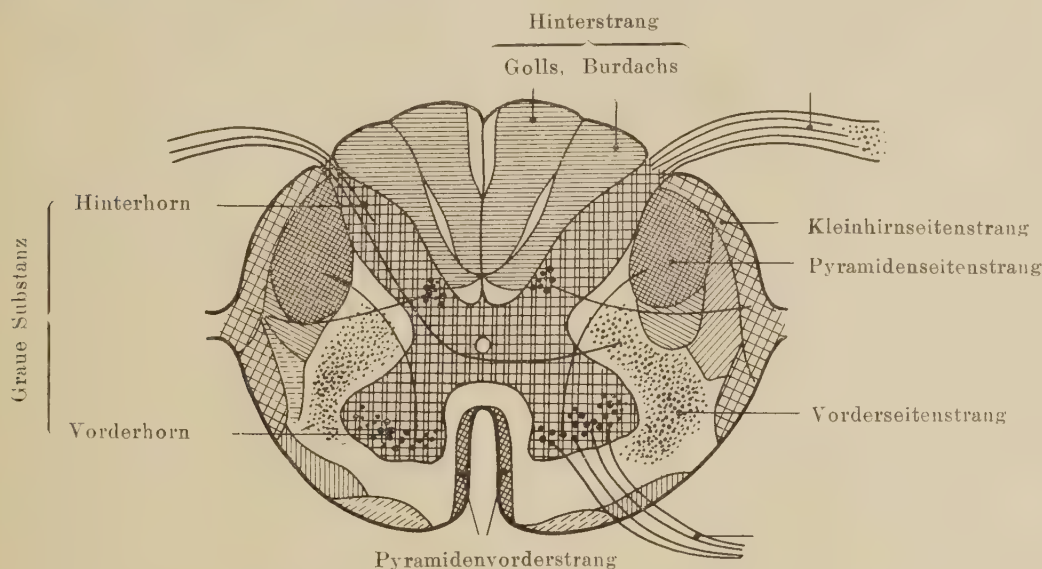


Fig. 5. Rückenmarksquerschnitt.

Anatomie sei bemerkt, daß das zwischen Hirn und peripheren Nerven eingeschaltete Rückenmark ein kompliziertes Leitungs- und Reflexorgan darstellt, welches besteht aus einer zentral gelegenen Säule grauer Substanz — deren Durchschnitt ziemlich genau dem Querschnitt eines Fliegerpfeiles ähnelt — und diese umschließend einem System von leitenden Nervenfasern (Fig. 5). Die graue Substanz besteht aus Nervenzellen und deren wurzelartig verflochtenen Fortsätzen; sie dient hauptsächlich reflektorischen und trophischen Funktionen und reagiert, wie erwähnt, auf Verletzungen oder schwere Erschütterungen nicht selten mit Blutungen, welche in den von den entspringenden Nerven versorgten Muskeln Lähmungen und Atrophie bewirken. Solche Lähmungen durch Rückenmarksblutungen können, so bedrohlich sie zunächst auch aussehen, doch bei Jugendlichen in einigen Monaten ausheilen, bei Älteren freilich und bei ausgedehnteren Blutungen können sie zu

Kleinhirn aufwärts (Kleinhirnseitenstrangbahnen) und endlich aufsteigende Bahnen für die Leitung von Schmerz- und Temperatursinn. Diese im groben geschilderten Tatsachen ergeben nun verschiedene klinische Bilder von Rückenmarksverletzungen. Wenn durch Wirbel- und Markzertrümmerung die Aufwärtsleitungen völlig unterbrochen sind, so besteht unterhalb der Verletzung — also beim Schuß ins Halsmark von den Schultern abwärts, bei Brustmarkverletzung vom Bauch abwärts und beim Schuß in die Lendenwirbelsäule von den Hüften abwärts — eine vollkommene Lähmung aller motorischen und reflektorischen Funktionen; und da auch kein einziger Sinnesreiz aus dem Lähmungsgebiet mehr heraufdringt, so ist dieses für das Körperbewußtsein völlig tot; nur die vom sogenannten sympathischen Nervensystem regierten Organe der Eingeweide verrichten noch träge, unbewußte Arbeit. Sofortige Folge eines Rückenmarkschusses ist daher das Ge-

fühl des Abgestorbenseins; der gelähmte Körperabschnitt scheint verschwunden zu sein. Einer meiner Kranken hat im Moment eines Schusses, der die Leitungsbahnen zum linken Bein zerstörte, keinen Schmerz, sondern nur das Gefühl, als ob der Fuß plötzlich weg wäre. Ein anderer, der von einer Schrapnellkugel in den Rücken getroffen wurde, meinte, seine Beine wären abgeschossen und fragte seine Kameraden: Wo sind meine Beine?

Die Aussichten völliger Rückenmarksquerlähmungen sind ungünstige. Die Kranken sterben fast sämtlich im Verlauf von wenig Wochen oder Monaten an Vereiterung der Harnwege, da infolge totaler Lähmungen auch der Harnwegmuskeln der reflektorische Schluß fehlt, welcher den Durchtritt von Keimen verhindert. Vereinzelte Fälle sind allerdings veröffentlicht, in denen selbst vollkommene Lähmungen nach einigen Wochen zurückgingen; auch glückte es in einzelnen Fällen, eingedrungene Wirbelsplitter zu entfernen, welche nur durch ihren Druck auf das Rückenmark Funktionsunterbrechung bewirkt hatten.

(Schluß folgt.)

Bericht über die VII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin.

Von Dr. O. Herr, Görlitz.

Am 3. und 4. Dezember fand in Berlin in den Räumen der Staatlichen Stelle die VII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege statt. Den Hauptgegenstand der Beratungen bildete die durch die Heranziehung von Kriegsgefangenen erheblich gesteigerte Meliorierung der Moore und ihr Einfluß auf die ursprüngliche Natur. Durch eine Reihe von Berichten von Mitarbeitern wurde diese wichtige Frage unter den verschiedensten Gesichtspunkten eingehend erörtert.

1. Den einführenden Vortrag hielt der Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege, Geheimrat Conwentz.

Nach einer kurzen Übersicht über die Ausdehnung der Moore im alten Germanien gibt der Redner einen Abriss der historischen Entwicklung der Moormeliorationen. Die Holländer erkannten zuerst den Wert dieser lange als eine „Geißel Gottes“ angesehenen Gebiete und begannen, sie urbar zu machen. Im 18. Jahrhundert fand die Moorkultur in Preußen Eingang und gewann hier, gefördert durch den Staat und private Vereinigungen, immer mehr an Ausdehnung. Besonders aber in der letzten Zeit haben die Meliorierungen infolge der Verwendung von Kriegsgefangenen einen derartigen Umfang angenommen, daß die Moore in kurzer Zeit gänzlich verschwunden sein werden. Findet man doch heute schon in ganz Deutschland kaum noch ein Moor in unberührtem Zustande!

Für die Naturdenkmalpflege kann es sich nicht darum handeln, der Staatsregierung bei ihren Maßnahmen, durch die die wirtschaftliche Lage der betr. Gegend wie des ganzen Landes verbessert wird, hindernd in den Weg zu treten; wohl aber hat sie die Pflicht, auf die großen Bedenken hinzuweisen, die einer völligen Vernichtung der Moore entgegenstehen: Die Moore sind von größter Wichtigkeit für die

Wasserregulierung. Auf ihrem nassen und kalten Boden bieten sie eigenartigen Tier- und Pflanzengemeinschaften Existenzbedingungen. Der Boden der Moore ist ein Album der Vorzeit, das uns mit seinen zahlreichen Überbleibseln früherer Floren und Faunen und Funden von Gegenständen aus vor- und frühgeschichtlicher Zeit Aufschluß gibt über die Natur und Kultur in längst vergangenen Zeiten. Endlich sind die Moore in vielen Gegenden ein so charakteristischer Teil der Landschaft, daß man auch aus diesem Grunde ihre Erhaltung fordern muß. Die Bestrebungen, die Moore in ihrer Ursprünglichkeit zu schützen, nahmen ihren Ausgang von Dänemark, wo schon 1844 ein Sphagnummoor unter Schutz gestellt wurde. In Preußen begann man ums Jahr 1900 dieser wichtigen Angelegenheit Aufmerksamkeit zu schenken. Durch Erlaß vom 4. Juli 1907 wies der Kultusminister auf den Schutz der Moore hin; ähnliche Bestimmungen folgten in Sachsen und Württemberg. Auf eine entsprechende Eingabe der staatlichen Stelle vom 22. Juli 1914 haben der Kultusminister (17. Mai 1915) und der Landwirtschaftsminister (16. Juni 1915) verfügt, daß bei den Meliorationen auf die Erhaltung einiger Moore Rücksicht genommen werde.

In Frage können nur ganze Moore kommen, von denen in jeder Provinz ein bis zwei vor jedem Eingriff des Menschen bewahrt und wissenschaftlichen Studien vorbehalten bleiben müssen. Die Erhaltung von einzelnen Oasen, etwa von Standorten seltener Pflanzen, stößt nicht nur technisch auf die größten Schwierigkeiten, sondern ist auch insofern zwecklos, als diesen Resten durch die benachbarten Trockenlegungen bald der Untergang droht.

2. Über

„Verbreitung, Unterscheidung und geologische Bedeutung der Moore, besonders Preußens“

sprach Geheimer Bergrat Prof. Dr. Keilhack (Berlin).

Moore sind Gelände mit Humusboden. Der Redner schildert die Entstehungsprozesse des Faulschlammes oder Sapropels und des Humus, der in reinem Zustande den Namen Torf führt und nach den ihn zusammensetzenden Pflanzen als Moos-, Röhricht-, Erica-, Betulatorf usw. bezeichnet wird. Durch Vermischung mit Sand und Ton entstehen die anmoorigen Böden. Die überwiegende Menge der Torflager ist autochthon; nur wenige sind allochthon. Die Mächtigkeit dieser Lager schwankt sehr und kann auch in ein und demselben Moore verschieden sein. Man hat Lager bis zu 20 m Tiefe festgestellt. Das Wachstum der lebenden Moore ist von klimatischen Verhältnissen abhängig und beträgt im Mittel 1,5–2,5 cm. Die jährliche Zunahme des reifen Torfes ist natürlich viel geringer; ein Lager von 2 m Mächtigkeit läßt auf ein Alter von etwa 4000 Jahren schließen.

Die Moore werden in Flach- oder Niederungsmoore, Zwischen- oder Übergangsmoore und Hochmoore eingeteilt. Der Vortragende charakterisiert diese drei Arten eingehend und beschreibt ihre Entstehung und die dabei mitwirkenden Pflanzenformationen. Die Niederungsmoore gehen aus der Verlandung von nährstoffreichen, kalkhaltigen, stehenden oder langsam fließenden Gewässern hervor; sie können in ihren mannigfachen Typen (Schwing-, Sumpf-, Wiesen- und Waldmoore) zum Ausgang für die Zwischenmoorbildung werden. Hochmoore entstehen auf Zwischen-, seltener auf Niederungsmooren, oder direkt auf dem Boden. Sie sind an Gebiete mit großen Niederschlagsmengen gebunden. Nach dem Ort der Entstehung werden sie

als Küsten- oder Binnenhochmoore unterschieden, von denen sich allerdings erstere auch weit in das Land hinein erstrecken können.

In den Hochmooren findet man häufig Schlenken, flache Einsenkungen, die sich mit dem von den Moospflanzen nicht verbrauchten Regenwasser füllen und dann Kolke, Meere oder Blänken genannt werden. Ihre Abflüsse sind die Moorbäche oder Rillen.

In Preußen lassen sich vier *Hauptmoorgebiete* unterscheiden:

1. Die Hochmoore vom Küstentyp im Flachlande von Hannover, Oldenburg, Holstein;
2. das Gebiet der letzten Vereisung nördlich des Warschau-Berliner Urstromtales;
3. das Gebiet südlich dieses Tales;
4. die Moore der höheren Gebirge: Riesen-, Iser- und Fichtelgebirge.

Die geologische Bedeutung besteht darin, daß sie in den fossilen und subfossilen Pflanzenresten Anhalt bieten für die Beurteilung der floristischen und klimatischen Verhältnisse der Diluvialzeit und uns ferner die Entstehung der Braun- und Steinkohlenlager verstehen lehren.

Das *Verschwinden* der Moore wird durch Flugsand und Versandung seitens der Flüsse herbeigeführt. Durch Senkungen der Küste in der Litorinazeit sind viele Moore von Flandern bis Hinterpommern verschwunden. Der schlimmste Feind der Moore aber ist der Mensch, der den Torf sticht und sie in Kulturland verwandelt. Die meisten unserer Moore sind heute infolge der Entwässerung nicht weiter Humus produzierende „tote“ Moore. Endlich können durch Veränderungen im Grundwasserstande von selbst Rückschläge in vergangene Zustände erfolgen.

Moore entstehen auch heute noch an den geeigneten Stellen; doch bieten diese neuen Moore nur einen schwachen Ersatz für die ungeheuren Verluste.

3. Die Meliorierungen der Moore in Preußen. Ihre Technik und Einfluß auf die Wasserverhältnisse.

Geheimer Baurat Prof. Krüger.

Deutschland besitzt 2,3 Millionen Hektar Moore; von diesen kommen 2,2 Millionen Hektar auf Preußen, das ist 4,2 % der Oberfläche, die eine Hälfte davon ist Hochmoor, die andere Übergangsmoor. Von dem gesamten Moorgebiet sind (nach Fleischer) etwa 10 % kultiviert, viel mehr ist durch Torfstich verdorben.

Schon seit langem werden die Moore zur landwirtschaftlichen Nutzung herangezogen. Die älteste Kultur ist die *Brennkultur*. Im Mai wird das Moor abgebrannt und in die Asche Buchweizen oder Hafer gesät. Die Ernten sind kümmerlich. Das Verfahren wird alle 6—8 Jahre wiederholt, bis das Moor „totgebrannt“ ist.

An Stelle dieser unrationellen Brandkultur trat die holländische *Veen- (Fehn-) Kultur*, die im 16. Jahrhundert zu uns kam. Das Moor wird durch Kanäle entwässert und bis auf die Bodenerde abgetorft. Diese wird mit einer dünnen Schicht Sand bedeckt, stark gedüngt und dann bebaut.

Um die Mitte des 18. Jahrhunderts setzte eine langsame Kultur, die *Deutsche Moorkultur*, ein. Unter Friedrich dem Großen wurden weite Strecken an der Oder, Warthe und Netze trocken gelegt und bebaut, so daß er *mitten* im Frieden eine blühende Provinz von etwa 250 000 ha Größe gewann. Auch bei dieser Kultur muß zunächst Entwässerung eintreten. Junges

Moor enthält bis 95 % Wasser (Milch 92 %) und ist für Kulturpflanzen viel zu feucht und kalt. Durch Auflockerung des Bodens erhält die Luft freien Zutritt, damit die gebundenen Pflanzenstoffe für die Kultur erschlossen werden. Die Entwässerung erfolgt durch ein entsprechend angelegtes Grabennetz. Da das Moor schwer Wasser abgibt, aber auch schwer wieder annimmt, so darf die Entwässerung nicht zu stark sein, bis 60 %; für in Aussicht genommene Ackerkultur wird der Wasserstand auf etwa 1 m, für Wiesenkultur auf 0,50 bis 0,60 m unter die Oberfläche gesenkt. Große Sorgen bereiten dem Moortechniker die „Sackungen“ des Torfbodens durch die Entwässerung sowie die Zerstörung der Gräben durch „Einklappen“ und „Sohlenaufrtrieb“. Um derartigen Zerstörungen vorzubeugen, muß man mit kleinen Gräben, 20 × 20 cm, beginnen und diese allmählich vergrößern. Leider bilden die Gräben mit den steilen Böschungen gefährliche Wildfallen. Nach dem Trockenlegen wird die Oberfläche umgebrochen, gepflügt und geeggt; alle diese Arbeiten lassen sich gleichzeitig mit dem amerikanischen Fräser verrichten. Darauf erfolgt Düngung mit Kalisalzen, Phosphaten und Stickstoff und sodann die Bestellung als Acker oder Grünland. Hoch- wie Grünlandmoore können sowohl besandet wie unbesandet kultiviert werden. Es empfiehlt sich für Ackerland nach dem Umbruch eine Besandung von 10—12 cm, für Grünland von 5—6 cm, hauptsächlich zur Vermeidung der Frostgefahr. Grünland liefert allerdings ohne Besandung einen höheren Ertrag.

Infolge der Meliorationen sind in der Zeit von 1856 bis 1912 etwa 900 000 ha fruchtbares Land gewonnen worden. Eintönige Flächen beginnen sich zu beleben, und wenn auch die poesievolle Ursprünglichkeit der Moore für immer dahin ist, so ist doch durch ihre Kultur Raum geschaffen für Millionen von Menschen.

4. „Die nordwestdeutschen Moore in künstlerischer Hinsicht“

beleuchtete Prof. Hoffmann-Fallersleben (Berlin).

Während die Schönheiten der Heide schon lange erkannt und gewürdigt sind, hat man die der Moore erst spät entdeckt. Auch die Worpsweder Schule beschränkte sich (wie die in der Diskussion erwähnte Dachauer Schule) nur auf das Dorf und die nächste Umgebung. Es ist deshalb mit Freuden zu begrüßen, daß in neuerer Zeit sich Dichter und Maler in größerer Zahl dem Moore zugewandt und es in ihren Werken verherrlicht haben. *Annette von Droste-Hülshoff*, *Klaus Groth*, *Liliencron* und *Löns* sind unter den Dichtern an erster Stelle zu nennen, während die Maler *Karl Rietz*, *Mackensen* u. a. prächtige Bilder aus dem Moore geliefert haben.

Dort, wo das Moor noch völlig in seiner Ursprünglichkeit erhalten ist, wo sich unabsehbar, weder von Baum noch Strauch unterbrochen, die weiten Ebenen, über denen die Moorfrau ihre dunklen Schwaden braut, ausdehnen, ist es auch am schönsten. Und mögen diese weiten, eintönigen Flächen vielen auf den ersten Blick auch trostlos erscheinen, dem Künstler und Naturfreund bieten sie in ihrer tiefsten Einsamkeit und urwüchsigen Öde immer neue, reizvolle Bilder, „eine Quelle reinsten, unvergleichlichen Naturgenusses“. Leider zerstört auch nach dieser Seite hin die Kultur unersetzbare Werte.

Eine Sammlung prächtiger Ölgemälde des Vortragenden mit Motiven aus den oldenburgischen Mooren ergänzte in wertvoller Weise die Darlegungen.

5. Die Nachmittagssitzung war zunächst der „Pflanzenwelt preußischer Moore und ihrer Gefährdung durch die Meliorationen“ gewidmet.

Oberlehrer Tessendorf, der die Moore westlich der Elbe bereist hat, berichtet über seine botanischen Studien und Beobachtungen in dem Gebiete. Er gibt eingangs eine knappe Übersicht über das Wesen und die Entwicklung der Moore. Die *Hochmoore* werden vorzugsweise von Sphagnumarten gebildet. Zu den Torfmoosen gesellen sich nur wenige Phanerogamen, vorwiegend Cyperaceen (*Rhynchospora alba*, *Carex*- und *Eriophorum*-Arten) und wenige Gramineen (*Molinia coerulea*, *Agrostis canina*). Als weitere dem Hochmoor eigentümliche Pflanzen sind *Narthecium ossifragum*, *Malaxis paludosa*, *Vaccinium Oxycoccus* und *uliginosum*, *Drosera*-Arten, *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*, *Erica tetralix* und *Calluna vulgaris* zu nennen.

In der Flora der Zwischenmoore herrschen die Halbsträucher vor, als Leitpflanze gilt im nordwestlichen Deutschland der Gagelstrauch (*Myrica Gale*), während im Osten und Nordosten der Sumpfpfost (*Ledum palustre*) diese Rolle spielt. Dazu kommen in starker Ausbildung *Vaccinium uliginosum* und *Calluna vulgaris* und neben den Arten der Hochmoore auch eine große Zahl von Flachmoorpflanzen. Von Bäumen treten Birken und Kiefern auf.

In den Vegetationsbeständen der Niedermoore herrschen die Cyperaceen, neben denen jedoch auch echte Gräser zahlreich auftreten. Weiterhin gehören Equisetaceen, Juncaceen, Ranunculaceen, Orchideen, Umbelliferen und Rosaceen zu dem normalen Bestande. Die Pflanzen des Sumpfes sind fast alle vertreten. Von Bäumen bildet die Erle die charakteristische Formation des Erlenbruches.

Redner hat auf seiner Studienreise etwa 30 Moore aller drei Arten besucht. Von den weiten Niederungsmooren an der Jeetze nördlich und nordwestlich von Salzwedel, in denen noch der Kranich nistet, ausgehend, bereiste er die wichtigsten Moore der Provinz Hannover, unter anderem im Regierungsbezirk Lüneburg die Moore bei Gifhorn, das Wietzebruch bei Soltau, die Moore der Kreise Fallingb., Celle usw.; im Regierungsbezirk Hannover die großen Hochmoorflächen des Lichtenmoores und des Moores von Uchte, das ein besonders schönes Naturdenkmal darstellt; weiter eine Reihe von Mooren im Regierungsbezirk Osnabrück. In der Provinz Westfalen wurden Mooregebiete des Regierungsbezirkes Münster besucht. Überall bot sich dasselbe Bild: Durch die infolge der Verwendung von Kriegsgefangenen immer mehr zunehmenden Meliorationen und die Flußregulierungen gehen die Moore gänzlicher Vernichtung entgegen. In ganz Nordwestdeutschland gibt es *kein* lebendes Hochmoor. Bald wird man nirgends mehr den Zauber einer ursprünglichen Moorlandschaft genießen können. Maßnahmen zum Schutze nicht allzu kleiner, abgeschlossener Moore sind dringend notwendig. — Erwähnt sei hier, daß sich auf dem Warmbühler Moor bei Hannover, wie später von Herrn Prof. Wehrhahn berichtet wurde, die nordamerikanische Ericacee *Kalmia angustifolia* völlig eingebürgert hat.

Über die Pflanzenwelt der Moore Ost- und Westpreußens sowie der angrenzenden Teile *Hinterpommerns* und ihre Gefährdung durch die Kultur berichtet Dozent

Dr. Wangerin (Danzig). Die Moore nehmen in beiden Provinzen einen beträchtlichen Teil (bis zu 30,6 % im Kreise Heydekrug) der Bodenfläche ein und gehören formationsbiologisch und pflanzengeographisch zu den wichtigsten und interessantesten Bildungen unter den natürlichen Pflanzenformationen des Gebietes. Im nördlichen und nordöstlichen Ostpreußen finden sich, zum Teil in bedeutender Ausdehnung, Seeklimahochmoore, von denen einige noch fast unberührt den primären Vegetationszustand des Sphagnetummoores zeigen; im Gebiet des Preußischen Landrückens herrschen Flach- und Zwischenmoorbildungen lakustrer Entstehung (Schwingmoorwiesen, Reiserflach- und Zwischenmoore) vor; ähnlich liegen auch die Verhältnisse in der Tuchler Heide, während im nordwestlichen Westpreußen die subatlantischen Heidemoore besonders bezeichnend sind. Eine große Zahl seltener und pflanzengeographisch bemerkenswerter Pflanzenarten, insbesondere solche des boreal-alpinen Florenelementes mit dem mehr oder weniger deutlich ausgesprochenen Charakter von Glazialrelikten, bewohnen die Moore des Gebietes, z. B. *Salix Lapponum*, *S. myrtilloides*, *Betula humilis*, *B. nana*, *Carex microglochin*, *C. magellanica*, *C. globularis* (absolute Südgrenze im nördlichen Ostpreußen), *C. heleonastes*, *Saxifraga Hirculus*, *Pedicularis Sceptrum Carolinum*, *Chamaedaphne calyculata*, *Rubus Chamaemorus* usw.

Durch Meliorationen wie durch die Gewinnung von Torf sind auch hier die Moore sehr gefährdet. Die wenigen bisher als Naturdenkmäler geschützten Moore genügen nicht den berechtigten Mindestansprüchen, die man vom wissenschaftlichen Standpunkte aus wie auch mit Rücksicht auf den eigenartigen landschaftlichen Charakter der Moore stellen muß, und weitere Schutzmaßnahmen sind dringend angezeigt. Bei der Schaffung von Reservaten, für die Referent eine Auswahl von Einzelvorschlägen unterbreitet, sollte der Formationscharakter und die pflanzengeographische Bedeutung gleichmäßig in Betracht gezogen und von jedem wichtigen Moortypus mindestens ein, möglichst aber, um vergleichende Studien zu ermöglichen, mehrere Moore vor kulturellen Eingriffen dauernd geschützt bleiben.

Für das Hamburger Staatsgebiet ist, wie Prof. Winkler (Hamburg) berichtet, das Eppendorfer Moor, auf dem sich die Iridacee *Sisyrinchium angustifolium* angesiedelt hatte, durch die Ausdehnung der Stadt dem Untergang geweiht, dagegen kann das Dieckmoor bei Langenhorn mit seiner interessanten Sphagnumflora durch rechtzeitige Schutzmaßnahmen gerettet werden.

In Sachsen liegen, wie Geh.-Rat Prof. Dr. Drude (Dresden) berichtet, die zu erhaltenden Hochmoore auf der Höhe des Erzgebirges, 800—900 m hoch; es sind Sphagneten mit meistens *Pinus montana** *uliginosa*, liegende (niedrige) oder hochaufrechte Wuchsform, und häufig auch der strauchigen *Betula odorata** *carpathica*, mit oder ohne *Empetrum*, selten *Scheuchzeria* und *Carex limosa*, *Sweetia*. Auf den angrenzenden größeren und zahlreicheren böhmischen Mooren ist als Seltenheit auch *Betula nana* zu finden. Die sächsischen Moore sind nicht zahlreich, nicht groß, aber pflanzengeographisch interessant als Brücke nordischer und sudetisch-alpiner Moore.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Timerding, H. E., Die Analyse des Zufalls. Sammlung: *Die Wissenschaft*, Bd. 56. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. IX, 168 und 10 Abbildungen. Preis geh. Mk. 5,—, geb. Mk. 5,80.

Das vorliegende Buch ist im wesentlichen eine kritische Studie. Daher darf der Leser kein Lehrbuch der Wahrscheinlichkeitsrechnung erwarten, und es scheint mir nötig zu betonen, daß man die Lektüre nur denen empfehlen soll, die mit den mathematischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung bereits vertraut sind. Den Neuling könnte sonst die Fülle der zitierten und kritisierten Meinungen leicht verwirren und abschrecken.

Der erste Teil des Buches ist begrifflichen Erörterungen gewidmet, der zweite Teil bringt die mathematischen Entwicklungen in leicht verständlicher Form. Ein Überblick über den Inhalt sei im folgenden gegeben.

Wenn wir die sogenannten Zufallsereignisse analysieren wollen, so müssen wir zwei Fragen zuerst beantworten. Erstens: Welche Ereignisse nennen wir zufällig? Zweitens: Welche Mittel besitzen wir zu ihrer Analyse?

Der Betrachtung der ersten Frage ist das einleitende Kapitel gewidmet, das den Begriff des Zufalls zu klären sucht.

Wie ist der Zufall, als der direkte Gegensatz der Gesetzmäßigkeit, in einem Weltbilde möglich, das den kausalen Zusammenhang alles Geschehens fordert? Ist der Zufallsbegriff nur subjektiv zu fassen, indem man ihn auf die Unvollkommenheit unserer Erkenntnis zurückführt? Diese Fragen sind es, die der Verfasser aufwirft und eingehend diskutiert. Er kommt dabei zu dem Schlusse, daß wir trotz des Kausalitätsprinzips gewisse Ereignisse ohne Zweifel als zufällig bezeichnen dürfen, nämlich dann, wenn wir selbst auf Grund aller uns möglichen ursächlichen Bestimmungen von vornherein nicht entscheiden können, ob das Ereignis eintreten wird oder nicht.

Wollen wir nun Zufallsereignisse näher studieren, so müssen wir uns ein typisches Beispiel herausgreifen. Solche typisch zufälligen Ereignisse finden wir bei den *Glücksspielen* verwirklicht, als deren Vertreter wir das Würfelspiel oder das Ziehen verschieden gefärbter Kugeln aus einer Urne ansehen können.

Die zweite Hauptfrage lautet jetzt: Wie können wir über die Zufallsereignisse etwas Näheres aussagen? Zwei Methoden stehen uns zu Gebote: Erstens die *genetische* Methode, die einen Mechanismus konstruiert, aus dem das beobachtete Zufallsereignis folgt, die also eine innere Erklärung des Zufalls liefern will; zweitens die *statistische* Methode, welche die bei der Zählung als gleichartig erkannten Ereignisse einfach zusammenstellt, ohne auf ihr Zustandekommen einzugehen. Die zweite statistische Methode geht also gleichsam nur von der empirischen Zählentabelle aus, um aus ihr weitere Eigenschaften des gesamten Zahlenmaterials abzuleiten. Diese Methode ist es, die *Timerding*, als den sichersten Weg zum Ziele, in seinem Buche bevorzugt.

Der erste Schritt, der vom Qualitativen zum Quantitativen führt, ist der, daß wir zählen, wie oft in einer Reihe zufälliger Ereignisse ein ganz bestimmtes Ereignis eintritt, also etwa, wie oft, wenn wir tausendmal mit einem Würfel würfeln, die Zahl Eins fällt. Der Quotient dieser Anzahl durch die Anzahl aller Ereignisse in der Reihe heißt die *relative Häufigkeit* des

bestimmten Ereignisses. Betrachtet man mehrere Ereignisreihen, bildet jedesmal die relative Häufigkeit eines bestimmten Ereignisses und trägt diese Zahlen in eine Tabelle ein, so kann die so entstehende Zahlenreihe *systematische* Veränderungen zeigen oder sie kann *regellos* um einen Mittelwert schwanken, das heißt, eine *stationäre Reihe* sein. Die Analyse solcher stationären Reihen, wie sie zum Beispiel die Messungsreihen bestimmter physikalischer Größen darstellen, ist eine Hauptaufgabe der statistischen Methode. Dieser Methode liegt zugrunde das bekannte *Gesetz der großen Zahlen*, das heißt, die empirisch festgestellte Tatsache, daß, wenn man die aus vielen Versuchsreihen sich ergebenden Werte der relativen Häufigkeiten eines bestimmten Ereignisses als Zahlenreihe einträgt, man eine *angenäherte Konstanz dieser statistischen Verhältniszahlen* erhält, vorausgesetzt, daß die Bedingungen bei den verschiedenen Versuchsreihen dieselben waren. Mit der Erklärung und dem Beweis dieses Gesetzes, das der Unabhängigkeit der einzelnen Ereignisse zum Trotz, durch eine Art Ausgleich, die Regellosigkeit des Einzelfalles eliminiert und die Gesetzmäßigkeit der Gesamtheit fordert, haben sich die Philosophen und Wahrscheinlichkeits-Theoretiker vielfach beschäftigt. Hat man erst einmal die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses, das heißt das Maß der subjektiven Erwartung für sein Eintreten, zahlenmäßig festgelegt und außerdem definiert, welche Fälle man als gleichmäßig zu betrachten hat, so kann man auf Grund mathematisch-strenger Deduktionen den Bernouillischen Satz ableiten, welcher aussagt: Wenn in einer Ereignisreihe die Zahl der Ereignisse hinreichend groß ist, so können wir mit einer der Gewißheit beliebig nahen Wahrscheinlichkeit *erwarten*, daß die relative Häufigkeit eines bestimmten Ereignisses gleich seiner Wahrscheinlichkeit wird.

Man hat aus diesem Satze häufig irrtümlicherweise geschlossen, daß bei hinreichender Zahl von Ereignissen die beobachtete relative Häufigkeit eines bestimmten Ereignisses angenähert gleich seiner Wahrscheinlichkeit *wird*, und daß daher bei verschiedenen Versuchsreihen angenähert dieselben Werte der relativen Häufigkeiten auftreten. Der Bernouillische Satz aber sagt nur etwas aus *über unsere Erwartung des Wertes der relativen Häufigkeit*, dagegen kann er über die *beobachtete Tatsache* kein Urteil abgeben. Daher kann auch die empirisch festgestellte angenäherte Konstanz der statistischen Verhältniszahlen in verschiedenen Versuchsreihen, also das Gesetz der großen Zahlen, nicht auf deduktivem Wege aus dem Bernouillischen Theorem erschlossen werden. Um also die empirisch-statistische Methode möglichst rein zur Geltung zu bringen und den subjektiv gefärbten Wahrscheinlichkeitsbegriff möglichst zu eliminieren, stellt *Timerding* das Gesetz der großen Zahlen als unbeweisbare Tatsache an die Spitze.

Dies ist im wesentlichen der Inhalt der fünf ersten begrifflich-kritischen Kapitel. Der Inhalt der zweiten Hälfte des Buches, die der mathematischen Analyse gewidmet ist, kann hier natürlich nur in kurzen Andeutungen dargestellt werden.

Ist uns eine stationäre Zahlenreihe gegeben, so können wir aus ihr sofort eine *Verteilungsreihe* ableiten, indem wir die Zahlen ihrer Größe nach ordnen, das ganze Zahlengebiet in bestimmte Intervalle teilen, und fragen, wie viele Zahlenwerte in ein bestimmtes Intervall fallen. Bei hinreichender Dichte der Zahlenwerte erhält man so eine stetige *Verteilungskurve*.

Charakteristisch für derartige Zahlenreihen sind vor allem ihr *Mittelwert* und, als ein Maß für die Schwan-

kungen um den Mittelwert, die sogenannte *mittlere Ausweichung*. Sind die Glieder der Zahlenreihe speziell die Beobachtungsergebnisse bei der Messung einer bestimmten physikalischen Größe, so deckt sich der Mittelwert bei unendlicher Beobachtungsreihe mit dem *wahren Wert* der Größe, die mittlere Ausweichung mit dem *mittleren quadratischen Fehler* der Beobachtungen.

Besonders einfache quantitative Verhältnisse findet man bei dem bekannten *Urnschema*, dessen einfachste Form die wiederholte Ziehung einer Kugel aus einer Urne darstellt, die weiße und schwarze Kugeln in bestimmtem Mischungsverhältnis enthält. Die relative Häufigkeit des Erscheinens einer weißen Kugel soll hier als annähernd feste Größe w durch das Gesetz der großen Zahlen bekannt sein. Gefragt wird nach der relativen Häufigkeit des p -maligen Erscheinens einer weißen Kugel bei n Ziehungen. Bei hinreichend großer Zahl von Ziehungen kann man dann die relative Häufigkeit als Funktion von p aufzeichnen und erhält so die Gaußsche Verteilungsfunktion, die ihr Maximum bei $p = n \cdot w$ besitzt und symmetrisch zu beiden Seiten abfällt. Diese selbe Funktion stellt, wie im letzten Kapitel auf Grund der Hypothese von den Elementarfehlern abgeleitet wird, bekanntlich auch die Fehlerverteilung bei Messungsreihen dar. Zu allgemeineren Verteilungen gelangt man auf Grund eines erweiterten Urnschemas. Das neunte Kapitel endlich bringt die von *Lexis* eingeführte Unterscheidung der Verteilungsreihen mit Hilfe des *Divergenzkoeffizienten* und erläutert das Auftreten der *normalen* und *anormalen Dispersionen* am einfachen und erweiterten Urnschema.

F. Reiche, Berlin.

Wien, W., Die neuere Entwicklung unserer Universitäten und ihre Stellung im deutschen Geistesleben. Leipzig, J. A. Barth, 1915. 31 S. Preis M. 1,—.

Diese Rede sollte zur Feier der 100 jährigen Zugehörigkeit Würzburgs zu Bayern vor der königlichen Familie bei einem Festakt in der Universität am 29. Juni 1914 von dem damaligen Rektor, dem bekannten Physiker *Wien*, gehalten werden. Infolge der Ermordung des österreichischen Thronfolgers am Tage vorher mußte diese Universitätsfeier unterbleiben und konnte auch nicht später abgehalten werden. Um so erfreulicher ist es, daß sie nun wenigstens im Druck erschienen ist.

In großen Zügen wird hier die Frage beantwortet, ob unsere Universitäten ihrer doppelten Aufgabe, die Wissenschaften zu lehren und die Forschung zu fördern, auch bei den Umgestaltungen aller Verhältnisse in unserer rastlosen Zeit noch gewachsen sind. Als ein Versäumnis wird es bezeichnet, daß die technischen Hochschulen nicht in den Organismus der Universitäten aufgenommen worden sind. Dagegen wird die eigentliche Verwaltung der Universitäten nach wie vor den Ordinarien und den Institutsleitern vorbehalten. Die Wichtigkeit der Übungen und Seminare hebt der Verfasser gebührend hervor und bespricht im Anschluß daran den Unterschied der großen und kleinen Universitäten. Er ist der Ansicht, daß die von vielen befürchtete Zentralisation schon längst ihren Höhepunkt überschritten habe. Die großen Universitäten haben es versäumt, die Stätte ihrer Wirksamkeit aus der Mitte der Großstädte heraus an geeignete Stellen der Peripherie zu verlegen. *Althoff* beabsichtigte Mitte der 90er Jahre und auch noch zehn Jahre später wenigstens die naturwissenschaftlichen Institute der Berliner Universität in Dahlem anzusiedeln. W. findet es sehr merkwürdig, daß die Widerstände gegen eine

solche Verlegung von Mitgliedern des Lehrkörpers selbst ausgegangen sind. Jedenfalls hat die Beeinträchtigung des wissenschaftlichen Betriebs durch die großstädtischen Verhältnisse wesentlich dazu beigetragen, der Zentralisation mit ihren Übelständen zu steuern.

Die viel behandelte Frage nach dem Verhältnis der Forschungsinstitute zu den Universitäten wird von W. dahin beantwortet, daß ein engerer Zusammenschluß beider Anstalten wünschenswert sei. „Vielleicht wäre es möglich, einen solchen Weg bei den bayerischen Universitäten zu beschreiten.“ Während jetzt die Universitäten die Arbeit der Forschungsinstitute vielfach als fremden Wettbewerb auffassen, würden sie bei der neuen Organisation, wie sie W. vorschwebt, einen integrierenden Bestandteil der Universität selbst bilden, wobei sich die Lehrtätigkeit auf Spezialvorlesungen über die neuesten Ergebnisse und auf Colloquia mit Diskussionen beschränken würde.

Auf die Ausführungen über den Monismus und die gewaltigen Fortschritte, die sich auf allen Gebieten vollzogen haben, sei nur hingewiesen. Wir wünschen der inhaltreichen Rede viele Leser in allen Kreisen. Sie führt uns wieder einmal vor Augen, daß unsere deutschen Universitäten nicht als wissenschaftliche Klöster ohne Lehrbetrieb und nicht als höhere Mittelschulen, bei denen die Forschung zu kurz kommt, sondern dadurch groß geworden sind, daß sie beides miteinander verbunden haben. † O. Külpe, München.

Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte:

Ergebnisse und Probleme der Haarforschung.

Die Anwendung des Gesetzes der Massenwirkung in der Erbforschung.

(Sitzung vom 18. Dezember 1915.)

Herr *Hans Friedenthal* trägt vor, über *Ergebnisse und Probleme der Haarforschung*.

Trotz der überaus zahlreichen Arbeiten auf dem Gebiete der Behaarung der Menschen und der Tiere klaffen noch überall empfindliche Lücken. Die Einzelbeschreibung des Haarkleides, für welche der Vortragende in früheren Arbeiten ausführlich begründete Vorschläge gemacht hatte, ist für eine ganze Reihe von Säugetierordnungen noch nicht genügend durchgeführt. Die interessante Frage, wie sich die Haarkleider der verschiedenen Beuteltiere verhalten, ob die insektenfresserähnlichen Beuteltiere Haare wie die Insektivoren, die raubtierähnlichen Haare wie die Carnivoren, die nagerähnlichen Haare wie die Nagetiere besitzen, ist noch nicht erledigt worden; ein Vergleich der Haare der Seekühe mit denen der Elefanten, der Galeopithecushaare mit denen der Halbaffen und Insektenfresser, der Behaarung der Zahnarmen in ihren verschiedenen Zweigen der Schuppentiere, der Gürteltiere, der Ameisenbären, der Faultiere und der Erdferkel harret noch der Bearbeitung. Für die Beurteilung der Verwandtschaftsverhältnisse des Menschen gelang es dem Vortragenden positive Unterlagen zu schaffen, welche in seinem Haaratlas sowie in den Beiträgen zur Naturgeschichte des Menschen niedergelegt sind. Der Mensch unterscheidet sich von allen anderen Haartieren neben dem Fehlen der Sinnshaare (Tasthaare) durch das beinahe lebenslängliche Festhalten des embryonalen Wollpelzes, dessen Verwandtschaftsverhältnisse mit den Embryonalhaaren benachbarter Säugetierordnungen noch ausführlicher bearbeitet werden

müßten. Erst im hohen Alter erwirbt der Mensch der haarreichen Rassen ein Terminalhaarkleid, ähnlich dem der anthropoiden Affen, während diese schon im vierten Monat des Embryonallebens (Tschecho) die Spitzen der Dauerhaare zeigen. Es gelang dem Vortragenden, Reste des embryonalen Wollhaarkleides beim Tschechofetus aufzufinden. Die Frage nach Ober- und Unterhaar beim Menschen beantwortete Vortragender mit dem Hinweis, daß beim Menschenembryo an der Stirn und bei dem Sprossen der Terminalhaare man sehr wohl von Ober- und Unterhaar sprechen kann. An der Stirn verlieren sich die starken Haare, also das Oberhaar, bei der Bartbildung geht das Unterhaar verloren, bei Erkrankungen der Kopfhaut bilden sich zahlreiche Haare vom Typus der Wollhaare aus, während die starken Haare verloren gehen. Bei der extremen Glatzenbildung gehen auch diese schwachen Haare schließlich verloren. Die erbliche Glatzenbildung, die nur einige anthropoide Affen mit dem Menschen teilen, beruht nach Vortragendem auf einer Verlängerung des Schädelwachstums in einer Zeit, wo das Hautwachstum bereits fast geschwunden ist. Männer mit großen Köpfen und Glatzen müssen oft noch nach fünfzig Jahren ihre Hutnummer größer wählen, weil der Schädel noch an Umfang gewinnt. Die Anthropoiden teilen das überlange Wachstum des Schädels mit dem Menschen. Die Spannung der Haut ist dem Haarwachstum ungünstig. Auf Temperatureinflüsse bezieht der Vortragende die an Bildern dargelegte Zunahme der Haararmut mit steigender Anpassung an das Wasserleben, Rhinoceros, Nilpferd, Seekuh und Walfisch bilden eine demonstrative Reihe, um den Einfluß des Wasserlebens auf das Haarwachstum klar zu legen. Fischotter, Schnabeltier und andere haarreiche Wassertiere sterben, wenn ihre Haut dauernd durchnäßt wird. Sie leben in einer Luftschicht auch unter Wasser und ihr dichter Pelz kann nicht als Beweis dienen gegen den enthaarenden Einfluß des Wasserlebens. Die Haararmut des Hausschweines kann in eine gewisse Parallele gebracht werden mit der Haararmut des Menschen, stammen doch unsere Hausschweine von dem haarreichen Wildschweine, wie die haararmen Menschen sehr wahrscheinlich von haarreichen Vorfahren. Wenn wir nun die Enthaarung beider auf die Domestikation beziehen, auf Einflüsse des Stalles und der Ernährung, so stoßen wir auf die Schwierigkeit, daß zahlreiche freilebende Säugetiere noch haarärmer sind als Mensch und Hausschwein, ohne daß für ihre Haararmut die Domestikation sich heranziehen ließe.

Ganz nahe verwandte Tiere, wie nackter Hund und Fuchs, Elefant und Mammut, Hirscheber und Wildschwein, unterscheiden sich ebenso in der Dichte ihrer Behaarung wie der Mensch von den meisten Affenarten. Die Haararmut des Menschen kann daher zur Begründung einer Trennung im System nicht mit Recht herangezogen werden. Sämtliche Walfische, Seekühe, die Fledermaus *Miromes torquatus*, der Blindmoll *Heterocephalus* sind noch haarärmer als der Mensch der haarreichen Rassen. Durch einen glücklichen Zufall gelang die Lösung des Problems nach der Drehung des Negerhaares. Der Vortragende hatte früher bereits darauf hingewiesen, daß die Negerhaare schneller wachsen und schneller wechseln als die Europäerhaare und daß wir in dem rascheren Wachstum einen wichtigen Hinweis auf die Ursachen der Formverschiedenheit der Behaarung zu erblicken haben. Bei einem Sudanese-fetus von nur 60 g Gewicht aus Karthoum zeigte es sich, daß bereits die ersten Anlagen der Kopphaare

rascher sich ausbilden als beim Europäerfetus. Die Haarzwiebeln, welche in das gallertige Unterhautbindegewebe hineinwachsen müssen, da ja die Haaranlagen zunächst von der Oberhaut in die Tiefe wachsen, bilden rasch dicke Kugeln mit einem dünnen Halse, welcher bei der Wachstumsbewegung sehr bald Krümmungen und Drehungen aufweist, welchen das später hinauswachsende Haar folgen muß. Das rasche Wachstum der Haaranlage ist also der Grund für die Krümmung des Negerhaares. Beim Europäerfetus bilden die ersten Haaranlagen bereits, wie an Lichtbildern gezeigt wurde, gerade, schwach konisch verlaufende Röhren mit rundem Boden, welche sich erheblich von den Haaranlagen des Negerfetus unterscheiden. Bisher ist die Frage nach der Temperatur der Negerhaut in der Tiefe der Haaranlagen noch nicht messend verfolgt worden. Einige zehntel Grade Erhöhung der Durchschnittstemperatur würde eine bemerkbare Beschleunigung des Haarwachstums bewirken können, wie denn auch beim Europäer in der heißen Zeit die Haare merklich schneller wachsen als in der Kälte im Winter. Die Anwendung der Wachstumsphysiologie verspricht wie in anderen Zweigen der Menschenkunde so auch auf dem Gebiete der Haarforschung noch weitere wichtige Ergebnisse zu zeitigen.

Herr Hans Friedenthal spricht weiter über die Anwendung des Gesetzes der Massenwirkung in der Erbforschung.

Trotz der Kompliziertheit der biologischen Vorgänge hat es sich in den verschiedensten Zweigen der Lehre vom Lebendigen herausgestellt, daß ganz einfache Gesetzmäßigkeiten, zweckmäßig angewendet, reiches Licht verbreiten können. Die physikalisch-chemische Temperaturregel, daß Reaktionen in ihrer Geschwindigkeit sich verdoppeln bei einer Temperaturerhöhung um 10°C , zeigte sich anwendbar auf so zusammengesetzte Phänomene wie auf den Herzschlag der Wirbeltiere oder auf die Entwicklung von Froschlarven. Der Vortragende konnte früher bereits zeigen, daß das große Gebiet der Wachstumsvorgänge die Anwendung des Gesetzes der Massenwirkung gestattet, und daß auch die Oberflächengesetze ihre Erklärung durch das Gesetz der Massenwirkung finden. Näheres findet sich im Aufsatz des Vortragenden „Über Massenwirkung und Oberflächengesetze“, *Verworn's Archiv* 1914, Bd. XVI, S. 563. Es ist eine Eigentümlichkeit der biologischen Erscheinungen, daß wir keine Gesetze, sondern Regeln haben, bei denen wir nicht zu fragen haben, ob sie richtig oder falsch, sondern nach Beweis ihrer Anwendbarkeit, wie weit sie anwendbar sind und wie weit sie versagen. Alle biologischen Gesetze, denen die Bescheidenheit ihrer Verfechter den Namen Grundgesetz oder Fundamentalgesetz verliehen hatte, mußten ihre Stellung als Gesetze aufgeben und sich mit dem Namen einer Regel begnügen. Hertwig hätte sich seinen vergeblichen Kampf gegen die Richtigkeit des sogenannten biogenetischen Grundgesetzes sparen können, wenn er darauf hingewiesen hätte, daß es sich um eine Erinnerungsregel handelt, deren Richtigkeit in sehr vielen Fällen, namentlich bei der Bildung der rudimentären Organe (Glieder, Augen) für jeden Unbefangenen evident ist und gar nicht ersetzt werden kann. Nur die Diskussion über die Frage, in welchen Fällen sich die Regel anwendbar erweist und in welchen Fällen nicht, erscheint fruchtbar. Die Regel bleibt richtig, auch wenn in vielen Fällen bei der Entwicklung keine Wiederholung der Ahnenform sichtbar wird. Bei den sogenannten Erbgesetzen von Mendel

Urgroßeltern	8 verschiedene
Urgroßonkel und -tanten .	16 „
Urgroßvettern und -basen .	32 „
Urenkel und Urenkelinnen .	8 „
Urgroßneffen und -nichten .	16 „
Enkel der Halbgeschwister	$16 \times y$ „
Kinder der Halbgeschwister	
von Vater und Mutter . .	$16 \times y_1$ „
Halbgeschwister der Groß-	
eltern	$16 \times y_2$ „
<hr/>	
	128 verschiedene.

Wie ersichtlich, sind Geschwister gleichen Geschlechtes hier nicht als verschiedene Verwandte aufgefaßt.

Daß man mit dem Vetter oder der Nichte ebenso nah verwandt sein soll wie mit der eigenen Mutter, erscheint zuerst schwer begreiflich; die Verwandtschaft mit den Halbgeschwistern ist nach der Massenwirkung des Erbgutes betrachtet ebenso nahe als die mit den eigenen Eltern.

Wenn unter den Zeugenden selber gemeinsames Erbgut bereits vorhanden ist, dann ändert sich natürlich der Grad der Verwandtschaft; wir sprechen dann von Inzucht und kommen bei dieser auf höheren Prozentsatz des gemeinsamen Erbgutes, als oben angegeben. Beim Menschen wird Inzucht überaus häufig sein, selbst wenn wir nur Verwandte vierten Grades noch als verwandt bezeichnen wollen.

Die quantitative Erfassung der Ähnlichkeit der Menschen untereinander statt der bisher üblichen allgemein gehaltenen Andeutungen erfordert die gemeinsame Arbeit und Verständigung zahlreicher Anthropologen zur Grundlegung. Die Anwendung der Massenwirkungsregel in der Lehre vom Menschen und den Menschenrassen beschränkt sich natürlich nicht auf die obigen einleitenden Ausführungen, die ausgedehnte Anwendbarkeit dieser Regel zur Aufhellung der Haustiereigentümlichkeiten des Menschen soll an anderer Stelle ausführlicher behandelt werden.

(Autoreferat.)

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

9. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Waldeyer.

1. Herr Nernst legte eine theoretische Abhandlung über die Registrierung schnell verlaufender Druckänderungen vor. In derselben wird das Auftreten von Schwingungen bei der in neuerer Zeit besonders von Pier ausgearbeiteten Methode zur Bestimmung spezifischer Wärmen mit Hilfe von Gasexplosionen erörtert.

2. Herr Nernst demonstrierte ferner einige Kristallmodelle und besprach ihre Beziehungen zur chemischen Valenz.

16. Dezember. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Waldeyer.

1. Herr Rubner sprach: Über den Gehalt pflanzlicher Nahrungsmittel an Zellmembranen und deren Zusammensetzung. (Ersch. später.) Die in den pflanzlichen Nahrungsmitteln vorkommenden Zellmembranen sind bisher weder der Menge nach noch in ihrer chemischen Zusammensetzung bekannt. Der Vortragende berichtet über neue Untersuchungen, die sich auf das Brotgetreide, die Wurzelgemüse, Blattgemüse und Obstarten erstreckt haben. Die Menge der Zellmembranen ist in vielen Vegetabilien sehr bedeutend, so daß die üblichen Angaben über deren Gehalt an stickstofffreien Nährstoffen nicht mehr berechtigt erscheinen. Außerdem wurden Analysen dieser Zellmembranen mitgeteilt, aus denen die große Mannigfaltigkeit des chemischen Aufbaues dieser Substanzen hervorgeht.

2. Herr Planck legte vor: Bemerkung über die Emission von Spektrallinien. Es wird die Bohrsche Serienformel abgeleitet unter der Voraussetzung, daß die Ursache der Lichtemission nicht zu suchen ist in einem Sprunge des um den positiven Atomkern schwingenden Elektrons aus einer stationären Bahn in eine andere stationäre Bahn, sondern vielmehr in dem Unterschied zwischen der großen und der kleinen Achse der Bahnellipse.

Sitzungsberichte der Königlich Bayrischen Akademie der Wissenschaften.

Dezember-Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr O. Frank legt eine Abhandlung vor von Professor H. Fischer: Über die Einwirkung von Brom auf einige Pyrrolderivate.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

2. Herr Pringsheim legt vor eine Abhandlung von G. Mittag-Leffler: Über einen Satz des Herrn Serge Bernstein. Der Verfasser gibt einen neuen, sehr einfachen Beweis des von S. Bernstein stammenden Satzes:

„Die notwendige und hinreichende Bedingung dafür, daß eine Funktion $F(z)$ der reellen Veränderlichen z auf einer Strecke AB analytisch ist, besteht darin, daß die Funktion in eine Reihe von Polynomen entwickelbar ist:

$$F(z) = P_0(x) + P_1(z) + \dots + P_n(z) + \dots$$

worin $P_n(z)$ ein Polynom bedeutet, das höchstens vom Grade n ist und auf der Strecke AB der Ungleichung

$$|P_n(z)| \leq Mq^n \quad (q < 1)$$

genügt.“

Der erste Teil dieses Satzes, die Notwendigkeit der Bedingung, ergibt sich unmittelbar aus den elementaren Betrachtungen, die den Verfasser in seiner vorhergehenden Arbeit in den Sitzungsberichten (6. März 1915) zu seinen Polynomentwicklungen analytischer Funktionen geführt haben. Der Beweis des zweiten Teils gelingt mit Hilfe der konformen Abbildung

$$\psi = z + \sqrt{z^2 - 1}.$$

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

3. Herr A. Sommerfeld berichtet über eine Untersuchung zur Theorie der Balmerischen Wasserstoffserie, welche an Bohrs Theorie der Spektrallinien anknüpft und aus den elliptischen Bahnen des Wasserstoffelektrons Schlüsse auf die Deutung des Starkeffektes und auf die Sonderstellung des Wasserstoffs in der Spektroskopie zieht.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft;
Band XXXIII, Heft 8, 1915.

(Ausgegeben am 25. November.)

Sitzung vom 29. Oktober 1915.

Untersuchungen über Kontaktreizbarkeit; von Peter Stark. Kontaktreizbarkeit ist im Pflanzenreich allgemein verbreitet. Sie läßt sich schon unter normalen Bedingungen, besonders aber bei etiolierten Keimlingen, nachweisen. Hier treten teilweise schon bei einmaligem Streichen mit rauen Stäbchen deutliche positive Krümmungen auf. Im Gegensatz zu den Ranken sind auch Gelatinestäbchen und Wasserstrahl häufig wirksam. Für den Krümmungsverlauf ist das Webersche Gesetz gültig. Sowohl in basipetaler als auch in akropetaler Richtung finden bei zahlreichen Arten ausgiebige Reizleitungen statt, die mitunter 1 dm betragen.

Die Umstimmung des Phototropismus bei Chara sp.; von V. Vouk. Der Verfasser konstatierte, daß die Vorkeime einer *Chara* sp. bei gewöhnlichem diffusen Tageslicht negativ-phototropisch reagieren, welche Reaktion während der Sproßentwicklung bei derselben Belichtung in eine positive umgestimmt wird.

Zur Kenntnis der mikrochemischen Chitinreaktion; von V. Vouk. Das ganze Verfahren der mikrochemischen Chitinreaktion ist abgekürzt und erleichtert worden. Man kann sich nämlich die mühsame und zeitraubende Arbeit des Zerschmelzens des Röhrchens und das Erwärmen im Ölbad auf 160° dadurch ersparen, daß man die Objekte einfach auf offener Flamme im Becherglase in konzentrierter siedender Kalilauge durch 20—30 Minuten erhitzt. Dieses Erhitzen auf 110° C genügt, um die Umwandlung in Chitosan zu erzielen und die rotviolette Färbung mit Jod zu erhalten.

Mit starkem Langtriebausschlag verbundenes Ödem am Hauptstamme jugendlicher Topfpflanzen von Pinus longifolia Roxb. und canariensis Ch. Smith und seine Heilung durch vorzeitige Borkenbildung; von Adolf Sperlich. (Mit 7 Textfiguren.) Es wird eine starke Rindenwucherung an jugendlichen, mit einnadeligen Langtrieben versehenen Topfpflanzen von *Pinus longifolia* und *canariensis* in ihre Entstehung und Entwicklung geschildert und gezeigt, wie durch Bildung einer mächtigen Schuppenborke die hyperhydriche Rinde abgestoßen wird. Dieser Entwicklungsgang verleiht den jungen Bäumchen das Aussehen alter Zwerge.

Animalische Ernährung bei Grünalgen; von A. Pascher. (Mit Tafel IX.) Die Tatsache, daß es animalisch lebende Flagellaten oft von ausgesprochenen rhizopodialen Organisation gibt (vgl. Pascher, Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten, *Archiv für Protistenkunde* 36), ließ vermuten, daß auch bei den Schwärmern der Grünalgen animalische Ernährung vorkommen könne. Diese Annahme fand sich bei den Makrozoosporen von *Tetraspora* und *Stigeoclonium*, wie auch den Gameten von *Draparnaudia* bestätigt. In bezug auf Nahrungsaufnahme und Verdauung verhielten sich die genannten amöboiden Vermehrungsprodukte wie echte Amöben.

Der Schleuderapparat von Dictamnus fraxinella; von Ludwig Geisenhcyner. (Mit 1 Abbild. im Text.) Von der in vielfacher Beziehung interessanten und darum weit bekannten Pflanze ist der zur Ausbreitung der Samen dienende Apparat bisher noch nicht eingehend gewürdigt worden. Der das Fortschleudern bewirkende Teil ist die hornige elastische Mittelschicht der Fruchthülle. Nach Öffnung der Balgfrucht wird ihr oberer Teil bloßgelegt, sein Zusammenkrümmen aber durch drei am Epiderm stärker befestigte Stellen verhindert. Bei weiterer Reife wird die Spannung plötzlich ausgelöst und der ganze Fruchthinhalt weit hinausgeschleudert.

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 1.

Über einen leicht kristallisierenden Gerbstoff in Dionaea muscipula; von Hans Molisch. (Mit 3 Textfiguren.) Werden Schnitte durch das Blatt oder die Wurzel von *Dionaea* mit Wasser entziehenden Mitteln behandelt, so kristallisiert nach einiger Zeit in großer Menge ein Körper in Form von Nadeln, Prismen, Sternen oder Sphäriten daraus. Auch mit verdünnten Mineralsäuren entstehen reichlich Kristalle von gelblichbrauner Farbe. Eine genauere Untersuchung des Körpers, der in *Dionaea* in sehr großer Menge vorkommt, ergab, daß er in die Reihe der Gerbstoffe zu stellen ist.

Zu den Kohäsions- und Osmosefragen; von C. Steinbrinck. Nachdem durch Renner, Ursprung und Halle in Pflanzenzellen das Vorkommen negativer Wasserdrucke bis zu etwa 300 at festgestellt ist, und nachdem Renner und Halle die langjährigen Untersuchungen des Verfassers über das Auftreten und die Wirkungen negativer Wasserdrucke sowohl bei der Wasserentziehung wie bei der Wasseraufnahme in Pflanzengewebe durchaus bestätigt haben, sucht Verfasser die von ihm, Hulett und Dixon vertretene Ansicht mehr zur Geltung zu bringen, daß auch die Osmose von einem negativen Binnendruck innerhalb des Lösungsmittels der Lösung herrühre. Er sucht daher nachzuweisen, daß es wenigstens hinsichtlich der osmotischen Wasserbewegung mathematisch und physikalisch zulässig und zudem zur Erleichterung des Verständnisses und der Anschaulichkeit vielfach vorteilhaft sei, sich eine lebende Zelle von der jeweiligen Saugkraft P at so vorzustellen, als ob in ihr der Binnendruck des Lösungswassers um P at herabgesetzt wäre.

Über amphikline Bastarde; von Hugo de Vries. Bastarde, welche in der ersten Generation nach der Kreuzung in zwei Typen auftreten, deren einer dem Vater, der andere aber der Mutter gleichkommt, heißen amphikline. Sie bilden namentlich in der Gattung *Oenothera* eine ziemlich häufige Erscheinung. Das numerische Verhältnis der beiden Gruppen hängt von äußeren Einflüssen ab. Als Beispiel wird die Kreuzung von *Oenothera lamarckiana* mit ihrem Zwerge *O. lamarck. nanella* gewählt. Der Gehalt an Zwergen kann hier von fast 0 bis fast 100 % wechseln. Zweijährige Kultur, frühes Auspflanzen und starkes Begießen sind die wichtigsten Faktoren, welche den Prozentsatz an Zwergen unter den Bastarden erhöhen.

Über brasilianische Rafflesiaceen; von E. Ule. Das reiche vom Verfasser in Brasilien gesammelte Material von Pilostylesarten wird hier im Zusammenhang behandelt. Bezüglich der betr. Artbegrenzung steht Verfasser auf einem anderen Standpunkt als Solms-Laubach, da er die Auffassung vertritt, daß bei diesen auf Leguminosen wachsenden Parasiten in ähnlicher Weise wie bei parasitischen Pilzen eine spezifische Differenzierung nach der Wirtspflanze bis zu einem gewissen Grade besteht. Gewisse von Solms-Laubach vereinigte Formen werden daher als Arten unterschieden werden müssen, wie z. B. *P. Ulei* Solms-Laub. und die neue Art *P. goyazensis* Ule. Der Verfasser teilt ferner seine Erfahrungen über die Verbreitung und die Standortverhältnisse der brasilianischen Rafflesiaceen mit und knüpft daran Vermutungen über die Art der Samenverbreitung, die nach ihm vielleicht durch hühnerartige Vögel erfolgt. H. Harms.

Über einen Fall von Weißblättrigkeit durch Kältewirkung; von Gustav Gassner. Bei einer von Südamerika eingeführten Haifersorte ließen sich durch Anwendung sehr niedriger Keimungstemperaturen (1—2°) typisch weiße und weiß-grün gebänderte Blätter hervorrufen; bei höheren Temperaturen zum Auflaufen gebrachte Pflanzen ergaben stets normal grüne Blätter. Die Erscheinung der Weißblättrigkeit durch Kältewirkung wird mit bestimmten Beobachtungen anderer Autoren in Vergleich gesetzt.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 11, November 1915.

Zyklen und Kreiseltheorie; von Walter König. Der Verf. macht zunächst darauf aufmerksam, daß der von ihm in der Aßmann-Festschrift entwickelte Gedanke, die polwärts gerichtete Komponente der Zyklo-nenbahnen aus einer Einwirkung der Erddrehung auf die als gyrostatistisches System aufgefaßte Zyk-lone nach den Prinzipien der Kreiseltheorie zu erklären, schon früher von *Cordeiro* ausgesprochen worden ist. *Cor-deiros* Prüfung des Gedankens an den Tatsachen der Erfahrung erscheint aber kaum genügend. Der Verf. zeigt an dem Beispiel einer gegebenen Zyk-lone, daß die aus der Windverteilung zu berechnenden gyrostatistischen Kräfte groß genug sind, um in Betracht zu kommen.

Temperaturverhältnisse von Quito; von J. v. Hann. Die mittlere Temperatur von Quito, der Stadt des „ewigen Frühlings“, in 2850 m Seehöhe unter dem Äquator liegend, ist bis in die neueste Zeit viel zu hoch angegeben worden, mit 15,6°, während sie nach den letzten Beobachtungen am Observatorium bloß 12,6°, gleich der mittleren Temperatur des 10. Mai in Wien, betrug. Der kälteste Monat hat 12,5°, der wärmste 12,6°, aber die tägliche Temperaturänderung ist groß, 11–15°. Jeder Tag hat am frühen Morgen eine milde „Wintertemperatur“ nach unseren Verhältnissen (7,5°) und eine Sommerwärme am Nachmittag (20,5°). Die mittleren Monatsschwankungen halten sich das ganze Jahr hindurch bei 20°. Die mittleren Jahresextreme betragen 1,5° und 24,7°, das Thermometer kann im Freien auf einem Rasen bis zu –2° sinken. Fast alle Reisende klagen über das naßkalte Klima von Quito, „ein ewiger Aprilmonat“, aber ohne Heizvorrichtungen in den Häusern. *H. Meyer* nennt es ein wahres Erkältungsklima, alle Welt hustet. „Abends fühlen wir uns am wohlsten im Winterpaletot.“ Brennende Sonne bei Tag, der aber sogleich in Wolkenschatten Kühle, ja Kälte folgt; bei häufigen böenartigen Regengüssen (Páramitos) mit Hagel. Der Verfasser behandelt eingehender den täglichen Gang der Temperatur, der vom theoretischen Standpunkt manches Interessante bietet.

Über die Nebelverhältnisse von Wien; von Oswald Thomas. Die Nebelverhältnisse von Wien werden hier zum ersten Male einer genauen Statistik unterzogen, insbesondere die Nebelperioden untersucht, dann Temperatur und Feuchtigkeit während des Nebels. Ein längerer Abschnitt ist der Frage der Erhaltung und Auflösung des Wiener Nebels durch den Wind gewidmet. Südost ist, wie sich statistisch und auch aus der Betrachtung der herrschenden europäischen Wetterlagen ergibt, der ausgesprochene Nebelwind, der Nord-westquadrant liefert die Feinde des Wiener Nebels.

Regenverhältnisse der Niederlande; von J. v. Hann. Referat über eine Abhandlung von *Hartmann*, Het klimaat van Nederland. Neerslag. in Met. Zeitschrift, November 1915. Es werden die Ergebnisse von 25-jährigen Niederschlagsmessungen in Holland diskutiert. Die Jahresmengen des Niederschlags liegen zwischen 828 mm und 596 mm. Der meiste Regen fällt an der Küste selbst im Oktober, im Januar, im August und im Juli, die kleinsten im April (etwa 11–13 % gegen 5–6 % der Jahresmenge). Es werden dann noch die 64-jährigen Regenmessungen in Utrecht und de Bils behandelt. Die Extreme waren 489 mm im Jahre 1857 und 1006 mm im Jahre 1912. — Die Häufigkeit der größten täglichen Regenmengen zwischen 1866 und 1910 zeigt eine Andeutung von einer Periode von 11 Jahren (Sonnenfleckenperiode).

Die Beziehung gesteigerter Sonnentätigkeit zu atmosphärisch-optischen Erscheinungen; von J. Maurer. Fortgesetzte Beobachtungen der circumsolaren Dunstkorona (vgl. Märzheft Met. Z. 1915) hatten dem Verfasser schon lange die Überzeugung erbracht, daß zu Zeiten erheblich gesteigerter Sonnentätigkeit, vermöge deren gewaltiger Kathodenstrahlung, die letztere in unserer Atmosphäre auch am Tage in Erscheinung tritt, und zwar durch eine besondere Art von Aureole

um die Sonne. Die Zeit vom 13. bis 16. Juni 1915 brachte erstmals die kritische Periode, nämlich eine rasche und sehr starke Zunahme der Fleckenbildung, wobei deren Relativzahl weit über 100 anstieg; unmittelbar vorher bis 12. Juni ergab sich eine ausgeprägte Ruheperiode der Fleckenzone. Am 16. Juni, nachmittags 2–3 h, konnte mit Sicherheit zum ersten Mal an der markanten Dunstscheibe von etwa 70° Durchmesser um die Sonne eine zarte, deutlich braune Umsäumung konstatiert werden von maximal etwa 15° Breite. Die Erscheinung wurde ganz einwandfrei sowohl auf tieferen wie namentlich höheren alpinen Stationen beobachtet; dieselbe verschwand am folgenden Tage, während in der Nacht zum 17. Juni in Nordamerika Nordlicht und Erdstromerscheinungen, also zweifellos bedeutende Kathodenstrahlenwirkungen von der Sonne her, fast gleichzeitig stattfanden. Auch seither ist diese braune Aureole unter denselben Umständen noch einige Male beobachtet worden.

Sind die Berliner Winter wärmer geworden?; von Otto Meißner. Bei Benutzung des Abbe-Helmertischen Kriteriums ergibt sich kein Anhalt dafür, daß die Berliner Winter in dem letzten dreiviertel Jahrhundert wärmer geworden sind. Die Berechnung eines linearen Zeitgliedes ergibt zwar eine Erwärmung von etwa 1° in 50 Jahren, doch ist dies Ergebnis ohne Bedeutung, da der mittlere Fehler viermal so groß ist als der Betrag des Zeitgliedes.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 12, Dezember 1915.

Über die Reduktion der an Stationsbarometern (Gefäßbarometern mit fixem Boden) gemachten Ablesungen auf 0°; von J. Liznar. Bisher wurden die Lesungen an einem Stationsbarometer Kappellerscher Form nach einer von *Jelinek* abgeleiteten Formel auf 0° reduziert (in Österreich). Es wird nachgewiesen, daß diese Reduktionsformel ebensowenig richtige Werte liefert wie die früher von *Kreil* angegebene. Beide Formeln bedürfen eines Korrektionsgliedes, um richtige Resultate zu liefern. Weiter wird ausgeführt, daß die Anbringung einer reduzierten Teilung, wie sie bei den in Deutschland verwendeten Fußschen Stationsbarometern üblich ist, überflüssig erscheint, da man die Reduktion auch ohne eine solche Teilung nach den für *Heber-* und *Fortin*-Barometer geltenden Tafeln ausführen kann.

Die Wiener Pilotballonaufstiege vom 26. April bis 1. Mai 1915; von Robert Dietzius. An der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien gelang es, an jedem der sechs Tage vom 26. April bis 1. Mai 1915 einen Pilotballon bis mindestens 10 km Höhe zu verfolgen und so bis zu großer Höhe den zeitlichen Verlauf des Windes beim Herannahen des Westwettereinbruches vom 2. Mai festzustellen.

Verschwisterte und vergesellschaftete Halos; von Alfred Wegener. „Verschwisterte“ Halos werden von einer einzigen Eiskristallform erzeugt (Beispiel: Nebensonnen von 22° und oberer Berührungsbogen des Ringes von 45° Radius, beide erzeugt durch horizontal schwebende Plättchen); „vergesellschaftete“ dagegen von mehreren gleichzeitig auftretenden Formen. Das Helligkeitsverhältnis der verschwisterten ist wesentlich konstant, das von nur vergesellschafteten richtet sich nach der Anzahl der beiden Kristallarten. Nur vergesellschaftet sind z. B. der Ring von 22° Radius und der „umschriebene“ Halo, womit auch eine Beobachtung des Verfassers stimmt, bei welcher der letztere Halo allein zu sehen war.

Unsymmetrische Berührungsbogen an Sonnenringen; von R. Süring. Die photographische Ausmessung von ungewöhnlich stark entwickelten vertikalen Berührungsbogen, die sich am 4. September 1915 an einem Sonnenring von 22° Halbmesser zeigten, ergab, daß der höchste und tiefste Punkt dieser Bogen nicht im Sonnenvertikal lagen, sondern um 5° bis 6° verschoben waren. Außerdem ging der schwach erkennbare Horizontalkreis, der durch Reflexion an vertikalen Flächen entsteht, nicht durch die Sonne, sondern blieb einige Grade unter ihr. Die Erscheinung

läßt sich erklären durch das Vorhandensein von nahezu horizontalen, aber schwach in der Richtung von SW nach NE geneigten Eisprismen, deren gerade Endflächen auch gegen die Vertikale geneigt waren. Die in der Höhe föhnartig wehende SW-Strömung macht das Auftreten derartig orientierter Eiskristalle durchaus wahrscheinlich. Zum Schluß werden einige Bemerkungen über das Photographieren solcher Ringgebilde gemacht.

Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 23/24, 1915.

Die Temperaturskala der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und die Vereinheitlichung der Temperaturmessung; von L. Holborn. Die der Eichung von Thermometern und Pyrometern zugrunde zu legende Skale, welche nach dem heutigen Stande der Forschung der thermodynamischen Skale entspricht, beruht bis 1100° auf Bestimmungen mit dem Gasthermometer, höher hinauf auf Strahlungsmessungen. Es werden Fixpunkte angegeben, die über den ganzen Verlauf dieser Skale verteilt sind.

Über den Einfluß von Katalysatorgiften auf die lichtelektrische Empfindlichkeit des Platins; von F. Krüger und E. Täge. Wasserstoffbeladung steigert einerseits die katalytische Wirksamkeit, andererseits die lichtelektrische Empfindlichkeit des Platins (resp. Palladiums). Es wurde untersucht, ob diese Analogie auch für die bekannten Katalysatorgifte wie Schwefelwasserstoff, Blausäure, Kohlenoxyd besteht. Die lichtelektrische Empfindlichkeit wurde gemessen, nachdem die Gase 5–10 Minuten mit der Platinelektrode in Berührung gewesen und dann fortgepumpt waren. Die stärkste Erniedrigung ergab Schwefelwasserstoff, eine deutliche auch Blausäure und Kohlenoxyd. Der katalytisch indifferente Stickstoff erwies sich als unwirksam, ebenso ergab die ungiftige Kohlensäure keine oder eine schwach steigernde Wirkung auf die lichtelektrische Empfindlichkeit. Ammoniak, das zwar die Knallgaskatalyse hemmt, aber sonst wohl kein typisches Platingift ist, bewirkte eine Erhöhung der Empfindlichkeit. Die erwartete Analogie fand sich also im wesentlichen bestätigt.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Dezember 1915.

Die Quantenhypothese für Molekeln mit mehreren Freiheitsgraden (Zweite Mitteilung. Schluß); von Max Planck. Es werden die Gesetze der physikalischen Struktur des von den Koordinaten und Impulsen gebildeten „Zustandsraumes“ für den allgemeinen Fall entwickelt, und die Berechnung durchgeführt für einen frei im Raume um eine stabile Gleichgewichtslage schwingenden Massenpunkt. Die Elementargebiete der Wahrscheinlichkeit sind in einer Zeichnung versinnlicht. Auch die stationäre Energieverteilung bei gegebener Temperatur ist angegeben.

Zur Elektronentheorie des Paramagnetismus; von J. Kroo. Die entwickelte Theorie behandelt den Paramagnetismus einatomiger fester Körper auf elektronen- und quantentheoretischer Grundlage. Die paramagnetische Erregung wird zurückgeführt auf Schwingungen gebundener Elektronen, welche unter dem Einfluß der Wärmeschwingungen (der Atome) und Anstöße (freier Elektronen) stehen. Die Theorie führt naturgemäß dazu, den paramagnetisch aktiven Oszillatoren eine Schwingungszahl zuzuschreiben, wesentlich gleich derjenigen der Grenzschiwingung des elastischen Spektrums. Die Zugrundelegung der Lorentz-Wienschen Theorie der Zusammenstöße ergibt eine approximative Formel, welche für genügend hohe Temperaturen das Curie-Langevinsche Gesetz ausspricht. — Der Vergleich der Theorie mit der Erfahrung (K. Onnes, Oosterhuis) zeigt qualitative Übereinstimmung und spricht gegen die Hypothese der Nullpunktsenergie. Es schließen graphische Erörterungen für Pd und St sowie kritische Bemerkungen an.

ungen für Pd und St sowie kritische Bemerkungen an.

Ein neues Röntgenrohr zur Untersuchung der Hochfrequenzspektren; von Manne Siegbahn. Es wird ein Röntgenrohr beschrieben, das ganz aus Metall besteht und bei dem die Antikathode als dünnes Blech in der Wand angebracht ist. Durch diese Anordnung wird eine gute Kühlung erreicht. — Das Rohr gestattet eine intensive Bestrahlung, einen Sekundärstrahler, dessen Hochfrequenzspektrum untersucht werden soll.

Physikalische Zeitschrift; Heft 24, 1915.

Über einen Apparat zur harmonischen Analyse und Synthese von periodischen Kurven; von Ernst Lübecke. Es wird ein einfacher Apparat beschrieben, der unter Benutzung von 16 äquidistanten Ordinaten einer periodischen Funktion, bei beliebiger Basislänge einer Periode, die Bestimmung von 7 Sinus- und 9 Cosinusgliedern einer Fourierschen Reihe erlaubt mit einem Fehler von etwa 0,3 %. Weiterhin ist der Apparat dazu geeignet, für eine vorgegebene Funktion von 7 Sinus- und 9 Cosinusgliedern 16 äquidistante Ordinatenwerte zu liefern.

Das periodische System der Elemente, die radioaktiven Umwandlungen und die Struktur der Atome. Zusammenfassende Bearbeitung; von K. Fajans. Die Aufklärung des Verhältnisses der Radioelemente zum periodischen System durch Fajans und Soddy und die Rutherford-Bohrschen Anschauungen über die Struktur der Atome haben die Kenntnisse der Beziehungen zwischen chemischen Elementen und speziell auch die Ansichten über das periodische System wesentlich vertieft und erweitert. Es zeigte sich, daß wenigstens in dem von Uran bis Thallium reichenden Teil des Systems eine Stelle der Sammelplatz einer ganzen Gruppe — Plejade — von Elementen sein kann, die untereinander keine (wenigstens bis jetzt) nachweisbaren Unterschiede im chemischen Verhalten zeigen, aber im Atomgewicht und Lebensdauer (auch anderen radioaktiven Eigenschaften) beträchtliche Unterschiede aufweisen können. Die Radioelemente stehen auch nicht zusammenhanglos im System da, sondern sind durch die genetischen Beziehungen verknüpft, die das Studium der radioaktiven Umwandlungen aufgedeckt hat. Es besteht dabei ein überaus einfacher, durch die sogenannten Verschiebungssätze gegebener Zusammenhang zwischen der Art (α oder β) einer Umwandlung und der relativen Stellung im System der durch sie verbundenen Elemente. Die Lebensdauer der Glieder einer Plejade (Isotopen) ist vom Atomgewicht abhängig. Die Lebensdauer hat auch für das Verständnis des periodischen Systems eine Bedeutung erlangt. Die Existenz der isotopen Elemente zeigt, daß das Atomgewicht unmöglich eindeutig die Eigenschaften der Elemente bestimmen und auch nicht als einzige Grundlage der Systematik der Elemente dienen kann. An seine Stelle tritt die positive Ladung des Atomkernes als diejenige Eigenschaft, von der in erster Linie die meisten anderen abhängen. Die Kernladung wächst beim Übergang von Stelle zu Stelle des periodischen Systems je um ein Elementarquantum und ist bei Isotopen gleich. Für die Lösung der Frage, welchen Einfluß auf verschiedene Eigenschaften der Elemente einerseits die Kernladung, andererseits das Atomgewicht ausübt, ist das Studium der Eigenschaften isotoper Elemente von besonderer Bedeutung. Die neuen Theorien und Erfahrungen werfen auch auf den nichtradioaktiven Teil des periodischen Systems neues Licht. Die zweckmäßigste Darstellung des jetzigen Systems der Elemente ist eine räumliche, indem die Isotopen an den zugehörigen Stellen des gewöhnlichen Systems nicht in derselben Ebene, sondern senkrecht zu ihr in der Reihenfolge ihrer Atomgewichte angeordnet werden.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 5.

4. Februar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

A. Alzheimer. Von Prof. Dr. W. Spielmeier,
München. S. 57.

Krieg und Nervensystem. Von Dr. E. Trümner
Hamburg. (Schluß.) S. 59.

Bericht über die VII. Jahreskonferenz für Natur-
denkmalpflege in Berlin. Von Dr. O. Herr,
Görlitz. (Schluß.) S. 64.

Besprechungen:

Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeres-
fauna Westafrikas. Von Thilo Krumbach. S. 67.

Svedelius, N., Über die Tetradenteilung in den
vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei Nito-
phyllum punctatum. Von J. Schiller. S. 68.

Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Oester-
reich-Ungarns. Von L. Diels. S. 68.

Schumburg, Die Geschlechtskrankheiten, ihr
Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und
Verhütung. Von A. Blaschko. S. 68.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Das Deutsch-Oesterreichisch-Ungarische Wirtschafts- und Zollbündnis

Eine Studie mit besonderer Berücksichtigung
des österreichisch-ungarischen Standpunktes

Von

Ingenieur **Carl Irresberger**

Gießereidirektor a. D.

Preis M. —.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich

6	13	26	52 maliger Wiederholung
10	20	30	40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Trauma und Psychose

mit besonderer Berücksichtigung der Unfallbegutachtung

Von

Professor Dr. Hans Berger

Oberarzt der psychiatrischen Universitätsklinik zu Jena

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80

Soeben erschien:

**Zur Klinik und Anatomie
der Nervenschussverletzungen**

Von

Prof. Dr. W. Spielmeyer

München

Mit 18 Textfiguren und 3 mehrfarbigen Tafeln

(Sonderabdruck aus „Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie“ Originalien, Band XXIX, Heft 5.)

Preis M. 3.60

**Die chirurgischen Indikationen
in der Nervenheilkunde**

Ein kurzer Wegweiser für Nervenärzte und Chirurgen

Von

Dr. Siegmund Auerbach

Vorstand der Poliklinik für Nervenranke in Frankfurt a. M.

Mit 20 Textabbildungen

Preis M. 6.40; in Leinwand gebunden M. 7.—

**Neurologische Schemata
für die ärztliche Praxis**

Von

Edward Flatau

Textband, mit 10 Abbildungen, in Leinwand gebunden, mit Formularmappe

Preis zusammen M. 4.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

4. Februar 1916.

Heft 5.

A. Alzheimer.

Ein Nachruf von W. Spielmeyer, München.

Am 19. Dezember ist in Breslau der Professor der Psychiatrie A. Alzheimer im Alter von 52 Jahren gestorben. Mit ihm verliert nicht nur die Psychiatrie einen ihrer glänzendsten Vertreter; durch seinen viel zu frühen Tod werden wir eines bahnbrechenden Forschers beraubt, dessen Lebenswerk auch allgemeinere Bedeutung hatte. In einer großen Reihe anerkannter Arbeiten hat er die *anatomischen Grundlagen der geistigen Erkrankungen* aufzudecken versucht und damit die Beziehungen zwischen *krankhaftem seelischen Geschehen* und den *materiellen Vorgängen im Gehirn* zu ermitteln gestrebt.

Was das bedeutet, erhellt schon aus der Tatsache, daß eine solche Wissenschaft noch nicht bestand, als sich vor etwa 25 Jahren Alzheimer der Psychiatrie zuwandte. Das Studium der anatomischen Hirnveränderungen galt damals ganz überwiegend den grob pathologischen Vorgängen im Gehirn, den Geschwülsten, den Blutungen und schweren Mißbildungen. Nur für die progressive Paralyse waren Veränderungen ermittelt worden, die sich bei der Sektion mit einer gewissen Regelmäßigkeit fanden, und auch solche, die im mikroskopischen Bilde hervortraten. Aber die Feststellung, die seinerzeit mit Recht großes Aufsehen machte, daß nämlich bei dieser die geistige Persönlichkeit völlig zerrüttenden Erkrankung gerade die Nervenfasernzüge und -geflechte der oberen Schichten der Hirnrinde zugrunde gehen, diese Feststellung wurde in der Folge auch bei einer großen Reihe anderer zur Verblödung führender Krankheiten gemacht; so konnte darin kein für die Diagnose der Erkrankung ausschlaggebendes Moment erblickt werden, und dem ersten Anlauf zu einer pathologischen Anatomie der Geisteskrankheiten folgte die Ernüchterung. Recht skeptisch klangen die Stimmen, ob man *anatomisch* in der Psychiatrie überhaupt weiter kommen würde und ob es gelänge, mit Hilfe des *Mikroskopes* einen *Einblick* in das *Wesen der Geisteskrankheiten* zu erlangen. Hinter der übrigen Medizin war die Psychiatrie in dieser Beziehung immer weit zurück. Man weiß ja, daß die pathologische Anatomie bei den Erkrankungen der Körperorgane verschiedenartige Prozesse aufgedeckt hat und daß sich so in der Zusammenarbeit zwischen Klinikern und Anatomen *natürliche Krankheitsformen* gewinnen ließen; und noch mehr, daß man sogar für die meisten Krankheitserscheinungen auch in der Art und vor allem in der Lokalisation des Krankheitsprozesses eine Er-

klärung fand. In der Schwesterdisziplin der Psychiatrie, in der Nervenheilkunde, hatte sich in rascher und günstiger Entwicklung aus der klinischen und anatomischen Analyse der Fälle eine klare Gruppierung der allermeisten Krankheiten ableiten lassen. In der Psychiatrie aber schienen die anatomischen Bemühungen kein Hilfsmittel für die Aufstellung klinisch-anatomischer Krankheitsformen an die Hand zu geben, und noch weniger konnte an eine Klärung der Erscheinungen des Irreseins aus dem Angriffspunkt des Prozesses gedacht werden.

Man kann darüber füglich nicht erstaunt sein, wenn man bedenkt, daß entsprechend den höchsten Leistungen des Menschen das Gewebe des am weitesten differenzierten Organs des Zentralnervensystems, nämlich die Hirnrinde, enorm kompliziert ist, und daß die histologische Zerlegung in die ungemein fein gebauten Elementarbestandteile dieser Hirnrinde der mikroskopischen Technik die größten Schwierigkeiten bereiten mußte.

Um jene Zeit nun, in welcher Alzheimer als junger Assistent in die städtische Irrenanstalt in Frankfurt a. M. eintrat, Ende der 80er Jahre, wurden neue Methoden gefunden, die es ermöglichten, auf färbischem Wege die einzelnen Teile des Nervengewebes, die Nervenzellen, die von Mark umhüllten Nervenfasern und die Binde- und Stützsubstanzen zwischen diesen funktionstragenden nervösen Elementen darzustellen. Und es war gerade in Frankfurt a. M., wo der Forscher jene Methoden ersann, der — wie Alzheimer einmal sagte — „der Meister war, der uns unser Werkzeug schuf“, nämlich Karl Weigert. Ebenfalls in Frankfurt, und zwar auch an der städtischen Irrenanstalt, machte Franz Nissl, der bekannte Heidelberger Forscher, seine ersten Untersuchungen über die Nervenzellen im normalen und pathologischen Zustand. In diesen Untersuchungen hat Nissl die Grundlagen für die spätere Anatomie der Geisteskrankheiten gegeben; in Nissl verehren wir, wie Alzheimer schrieb, den „Vater der Hirnrindenforschung“. Unter dem Einfluß der großen Entdeckungen Weigerts und Nissls entstanden die ersten mikroskopischen Arbeiten Alzheimers, und Ende der 90er Jahre war er ein anerkannter Hirnrindenpathologe; besonders hatten ihn seine Untersuchungen über die entzündlichen Vorgänge bei der progressiven Paralyse und über die Rindenveränderungen bei den arteriosklerotischen Psychosen bekannt gemacht.

Entscheidend für seine weitere Laufbahn war es dann, daß ihn Kraepelin an seine Klinik in Heidelberg zog, da er ihn für besonders geeignet

zum akademischen Beruf hielt. In der Heidelberger Psychiatrischen Klinik war damals bereits *Nissl* als Hirnanatom tätig. Und es ist bezeichnend sowohl für die Wertschätzung, die *Kraepelin* *Alzheimers* Person entgegenbrachte, wie für die Bedeutung, welche dieser hervorragendste Kliniker der Hirnrindenanatomie für die Psychiatrie überhaupt beimaß, daß er die ersten und die besten Forscher auf diesem Gebiete an seine Klinik rief, eben den Begründer dieser Lehre *Franz Nissl* und seinen Mitarbeiter *Alzheimer*. Seit dieser Zeit besonders gehören die beiden Namen *Nissl* und *Alzheimer* gleichsam untrennbar zueinander, und immer, wenn von den Fortschritten unserer Kenntnis der Anatomie der Geisteskrankheiten gesprochen wird, werden diese beiden Namen heute und in Zukunft genannt werden.

Anfangs dieses Jahrhunderts, insbesondere durch die im Jahre 1904 erschienenen großen Arbeiten über die *progressive Paralyse*, war dann endgültig der Beweis erbracht, daß tatsächlich die pathologische Anatomie auch für die Psychiatrie berufen ist, wie in der somatischen Medizin, an der Klärung des Wesens der Krankheiten und an ihrer Abgrenzung voneinander mitzuwirken. In einer glänzenden und — wie man wohl sagen darf — *klassischen* Arbeit hat *Alzheimer* die *anatomische Differentialdiagnose der progressiven Paralyse* begründet. In dieser Arbeit war zum erstenmal gezeigt worden, daß es mindestens für diese Krankheit möglich ist, ähnlich wie sonst in der Medizin, mit Hilfe der histologischen Untersuchung die klinische Diagnose zu kontrollieren, sie zu bestätigen oder zu korrigieren. Man versteht, daß es so möglich wurde, andere, in ihrer klinischen Erscheinungsform ähnliche Krankheiten, die man mit ihr zusammenwarf, von der eigentlichen Paralyse abzusondern. Viele von den unter dem Einfluß chronischer Alkoholvergiftung, der Arteriosklerose oder auch der senilen Rückbildung entstehenden Verblödungsprozesse erwiesen sich entgegen der klinischen Annahme als nicht zur Paralyse gehörig; von ihr wissen wir jetzt, daß sie syphilitischen Ursprungs ist. Und auch für die eben genannten Prozesse wurden histologische Veränderungen gefunden, die mehr oder weniger ihre anatomische Eigenart dartun.

Diese Untersuchungen wurden von *Alzheimer* vom Jahre 1904 ab in dem Laboratorium der Psychiatrischen Klinik in München, wohin er mit *Kraepelin* ging, in großem Umfange fortgesetzt, und es gründete sich hier eine Schule der Hirnrindenforschung, in deren Mittelpunkt die Persönlichkeit *Alzheimers* stand. Alle Untersuchungen, die aus diesem Laboratorium hervorgegangen sind, sind auf *Alzheimers* Anregung entstanden und von ihm überwacht und gefördert worden. Er selber hat hier unter Mitarbeit mancher seiner Schüler an Methoden gearbeitet, die uns weiter führen sollten als die bisher geübten Verfahren, die für eine große Reihe von Fällen nicht ausreichten und deren Anwendungsbreite für die fortschrei-

tende Forschung zu eng gesteckt schien. So entstanden wichtige Untersuchungen über die akut und chronisch verlaufenden Zerfallsvorgänge des Rindengewebes bei der *Epilepsie*. Gerade für die Epilepsie hat ganz besonders *Alzheimer* gezeigt, daß hier die pathologische Anatomie verschiedene Krankheitsformen aufdecken kann, und daß wir wahrscheinlich später zu einer schärferen klinisch-anatomischen Bestimmung dieses Prozesses beziehungsweise zu einer Aufteilung der heute als „Epilepsie“ bezeichneten großen und eben nicht einheitlichen Krankheitsgruppe gelangen werden. Wie wichtig solche Feststellungen sind, kann man schon daraus ersehen, daß man vor etwa einem Jahrzehnt noch die Epilepsie als eine „funktionelle Neurose“ auffaßte, während man heute weiß, daß es sich um eine organische Erkrankung des Gehirns handelt; und man kann es weiter auch daran ermaßen, daß mit der anatomischen Klärung des Wesens dieser Krankheit wenigstens für eine nicht kleine Gruppe von Fällen oder von Arten der Erkrankung eine operative Behandlung begründet wird. Eine Frage, die den Psychiater besonders bewegt, hat *Alzheimer* in den letzten Jahren mit der ihm eigenen Rastlosigkeit zu ergründen versucht, nämlich die nach dem anatomischen Substrat der im *jugendlichen* Alter auftretenden *Verblödungsprozesse*; und es ist tief zu beklagen, daß wir darüber seine Erfahrung und sein autoritatives Urteil nicht mehr hören werden. Und ebenso bedeutet es einen großen Verlust für die Wissenschaft, daß er uns die Ergebnisse seiner ausgedehnten Forschungen über die Idiotie nicht mehr vermitteln konnte. Er hatte hier reiches, außerordentlich wertvolles Material zusammengetragen, und ich weiß von ihm, für wie wichtig er selbst die Erforschung dieser Entwicklungsanomalien hielt mit Rücksicht auf das Verständnis der Hirnrindenveränderungen überhaupt.

Von ihm erwarteten wir auch eine zusammenfassende Darstellung über die anatomischen Grundlagen der Geisteskrankheiten, die heute noch nirgends existiert, und die außer *Nissl* eben nur *Alzheimer* schreiben konnte. Wir hofften in diesem Werke auch sein Urteil zu hören über die heutige oder doch zukünftige Möglichkeit, psychische Krankheitserscheinungen aus den anatomischen Veränderungen und speziell aus deren Sitz zu erklären. Es muß ja gerade das eine Aufgabe der Rindenanatomie bleiben, daß sie mit der psychologischen Forschung Hand in Hand arbeitet, um so die Beziehungen zwischen den seelischen Störungen und den materiellen Veränderungen aufzudecken; und trotz aller Schwierigkeiten, die diesem Beginnen entgegenstehen, dürfen wir doch wohl für das viel erörterte Problem „Gehirn und Seele“ gerade auch von solcher Forschung Aufschluß erwarten. Heute gelingt es ja nur, verhältnismäßig grobe körperliche Erscheinungen zu lokalisieren, wie die Bewegungen, die Sinnesfunktionen, die Sprache. Aber es ist wohl keine Utopie, zu hoffen, daß sich vielleicht

doch einmal auffällige Symptome, wie vorherrschende Störungen des Gedächtnisses und des Merkens oder das Zustandekommen von Sinnes-täuschungen oder Ähnliches aus dem Angriffspunkt des Krankheitsprozesses und aus seiner Verteilung in der Hirnrinde erklären lassen werden.

Alle diese Arbeiten und Studien waren in Vorbereitung und zum Teil schon weit vorgeschritten, als *Alzheimer* im Jahre 1912 als ordentlicher Professor der Psychiatrie nach Breslau berufen wurde. Eine schwere Infektion, die er auf der Reise bekam, verursachte eine Gelenk- und Herzerkrankung. Aber in seiner Unermüdlichkeit und seinem Pflichteifer gönnte er sich nicht die nötige Ruhe. Er nahm die ganze Arbeitslast auf sich und hat in den letzten drei Jahren trotz aller Warnungen, die ihm seine Freunde gaben und mit denen ihm auch die Krankheit selbst wieder und wieder drohte, seine Arbeit rastlos getan, bis ihn jetzt der Tod von den schweren letzten Krankheits-wochen erlöste.

Es ist schmerzlich, zu denken, wieviel durch seinen Tod für die Wissenschaft verloren ist an Erfahrung und Wissen und an Forschungskraft. Und schmerzlich ist es, daß *Alzheimer* selbst in der Arbeitslast der letzten Jahre nicht die Vollendung der großen von ihm geplanten Werke weiterführen und miterleben durfte. Aber freilich hat alles, was er geschaffen hat, Anerkennung gefunden. Das hat er selbst seit langem und überall erfahren. Sein Name hat in Deutschland und in aller Welt einen guten Klang, und zu ihm kamen junge Forscher aus allen Ländern. Wir aber, die wir ihn verehren und ihn als Menschen lieb hatten, sind stolz darauf, daß auch er den Ruhm deutscher Wissenschaft gemehrt hat, und daß sein unvergängliches Lebenswerk Achtung vor deutscher Forschung gebieten wird.

Krieg und Nervensystem.

Von Dr. E. Trömner, Nervenarzt, Hamburg.

(Schluß.)

Wesentlich trostreicher sind die häufigeren *Teilverletzungen des Rückenmarks*, welche nicht selten durch Brüche einzelner Wirbelteile entstehen und welche, falls sie infektiionsfrei bleiben, zum größeren Teil bis zu erträglichem Grade ausheilen. Ihr klinisches Bild hängt natürlich von der Höhe ab, in welcher die Verletzung stattfand, und von den betroffenen Leitungssystemen. Wenn z. B. nur die graue Substanz (Fig. 5) von Blutungen betroffen wird, so besteht Lähmung bei erhaltener Empfindung; wenn nur die unterste Spitze des Rückenmarks, *Conus terminalis* genannt, verletzt ist, so folgt nur Lähmung von Blase und Mastdarm, und wenn der eine oder der andere von den Vorder-, Hinter- oder Seitensträngen gequetscht oder zerstört ist, so resultieren sogenannte Stranglähmungen, deren häufigste die zuerst von *Brown-Séguard* beschriebene Halb-

seitenläsion ist. Sie entsteht meistens durch Schrägschüsse in die Halswirbelsäule (Fig. 6), einen beim Kampf in liegender oder gedeckter Stelle ja besonders gefährdeten Körperteil, und liefert folgendes interessante Symptomenbild. Wie die Fig. 6 lehrt, verlaufen nämlich in den Seitensträngen des Rückenmarks 1. die Kleinhirnseitenstrangbahnen, welche der Leitung der sogenannten Lageempfindungen dienen und ungekreuzt zum Kleinhirn gehen, 2. die Pyramidenstrangbahnen, welche gekreuzte Bahnen vom Großhirn her enthalten und welche im Rückenmark zu den gleichseitigen Muskeln herunterziehen, und 3. Bahnen für die Leitung von Schmerz- und Temperaturempfindungen, welche von unteren kontralateralen Körperabschnitten herleiten. Wenn also in diesen Systemen eine einseitige Leitungsunterbrechung oder -behinderung eintritt, so muß, wenn der Schuß z. B. die obere Halswirbelsäule traf, folgendes Bild entstehen: 1. Aufhebung der Lageempfindungen am gleichseitigen Arm und Bein (Fig. 7), 2. motorische Lähmung mit entsprechender Reflexsteigerung an demselben Arm und Bein und 3. Aufhebung oder Beschränkung der Empfindungen für Schmerz, Kalt und Warm auf der ganzen gegenüberliegenden Körperhälfte von der Schulter an abwärts. Aus diesem gesetzmäßigen Verhalten der Schmerz- und Temperaturempfindungen bei Halbseitenverletzungen folgerte schon *Brown-Séguard*, daß die Leitungen für die genannten Empfindungen sich im Rückenmark kreuzen müßten. Übrigens kreuzen sich ja alle sensiblen und motorischen Nervenleitungen, bevor sie ihre Endstätte, das Großhirn, erreichen, so daß jeder Teil des Körpers, sei es ein Muskel oder ein empfindender Hautabschnitt, ja sogar jedes Sinnesorgan (ausgenommen nur der Geruch) mit der entgegengesetzten Großhirnhemisphäre verbunden ist; nur die Stelle der Kreuzung ist eine verschiedene. Während die genannten Empfindungsleitungen sich schon alsbald nach ihrem Eintritt ins Rückenmark nach der anderen Seite hinübergeben, kreuzen sich die sogenannten Pyramidenbahnen, die Leitungen willkürlicher Impulse, im verlängerten Mark, und endlich die das Kleinhirn passierenden Bahnen der Muskel- und Gelenkempfindungen erst nach ihrem Wiederaustritt aus dem Kleinhirn. Diese verschiedenen Kreuzungsverhältnisse bestimmen das Partialverletzungen des Rückenmarks folgende Lähmungsbild. Die Heilungsaussichten sind hier, wie gesagt, relativ günstige, und um so günstiger, je geringere Wirbelverletzungen zugrunde liegen.

Auch Rückenmarksverletzungen können nun durch hysterische oder psychogene Lähmungen kapriziöse Nachahmungen finden. Ich erinnere mich z. B. eines Mannes, welcher durch Nackenschuß bei Ypern verletzt wurde (Fig. 8) und mit vollständiger Lähmung aller Glieder aus anfänglicher Bewußtlosigkeit erwachte. Der Eindruck schwerer Rückenmarksverletzung führte zu einer Operation der Wirbelsäule in vermuteter Höhe,

ohne aber Knochenverletzungen aufzudecken. Spätere nervenärztliche Untersuchung zeigte, daß der Mann außer seiner motorischen Lähmung eine ausgebreitete Sensibilitätsstörung mit allen Merkmalen der hysterischen besaß (Fig. 9). Die alte Sphinx Hysterie hatte mit Erfolg einen organischen Prozeß vorgetäuscht. Man begreift, daß solche und ähnliche paradox auftretende hysterische Lähmungen den Inquisitoren des Mittelalters, welche übrigens hysterische Sensibilitätsstörungen bereits häufig als „Hexenmerkmal“ beobachteten, als Werke des Teufels imponierten. Teuflich sind solche „Stigmata diaboli“ auch darin, daß sie nicht selten hartnäckiger sind als wirkliche organische Schäden.

Gehen wir nun weiter hinauf im Zentralnervensystem, so würden weiterhin Schüsse in

löschen, während es bei selbst schweren Rückenmarksverletzungen erhalten bleibt, und weil es bei tödlichem Verlauf von Hirnverletzungen bis zum Tode getrübt bleibt.

Ein großer Teil, mindestens die Hälfte, aller in den Schädel, vor allem der aus großer Nähe Getroffenen bleibt nach dem Urteil der Truppenärzte tot auf dem Felde, und von den in die Feldlazarette eingelieferten sterben wiederum nach *Enderlens* Angaben in den ersten Tagen oder Wochen etwa die Hälfte an den Folgen der Verletzung oder an Eiterungen des Gehirns oder der Hirnhäute. Das Schicksal der Überlebenden richtet sich gesetzmäßig nach der Schwere der Verletzung, und dieses Gesetz lautet: Je mehr von den knöchernen oder häutigen Hüllen des Gehirns zerstört ist und je tiefer das Geschoß oder



Fig. 6. Halbseiten- (Brown-Séquard-) Lähmung durch Halsschuß.

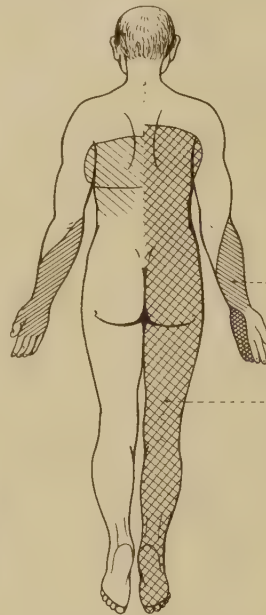


Fig. 7. Halbseiten- (Brown-Séquard-) Lähmung durch Halswirbelschuß.

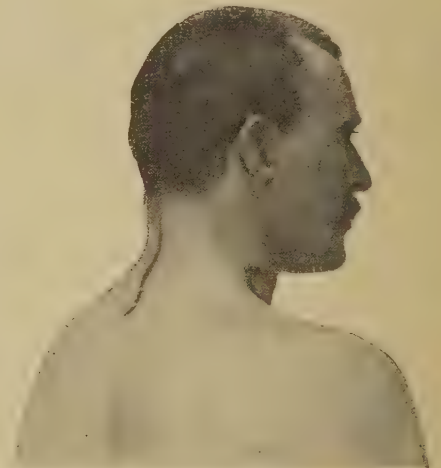


Fig. 8. Halsschuß ähnlich Fig. 6, der jedoch nur hysterische Lähmung bewirkte.

das verlängerte Mark, den Hirnstamm und das Kleinhirn zu besprechen sein. Da aber Zerstörungen dieser Organe wegen ihrer Lage und ihres Gehaltes an lebenswichtigen Reflexzentren, z. B. für Atmung und Herztätigkeit, fast sofort tödlich sind, so kommen sie in Kriegs- oder Reserve-lazaretten so selten vor, daß sie eines breiteren Interesses entbehren.

Um so reicher ist dagegen die Kriegskasuistik der Verletzungen des fast die gesamte Schädelpkapsel ausfüllenden *Großhirns*. Daß die Mehrzahl dieser Schüsse auf der rechten Schädelseite liegt, hat denselben Grund als den, daß Armschüsse meist die linke Seite betreffen. Das Gesamtlos der Schädel- und Hirnschüsse ist relativ nicht günstiger als das von Rückenschüssen, jedoch wesentlich trostreicher, da schwere und tödliche Kopfschüsse das Bewußtsein sofort aus-

Sekundärgeschosse in das Gehirn eingedrungen sind, je ausgedehnter also Schädelknochen oder harte Hirnhaut zerstört ist, um so geringer ist die Heilungsaussicht, denn um so größer die Gefahr, daß Entzündungs- oder Eiterungserreger in das Hirn eingedrungen sind. Überhaupt, wenn wir unsere Kriege steril führen könnten, wenn man mit keimfreien Waffen auf keimfreie Menschen schießen könnte, so würden von allen Verwundeten vielleicht nur ein Drittel soviel sterben als heute. Bazillen sind nach England unser schlimmster Feind. Keimfreie Schüsse durch den Kopf können ohne erhebliche Schäden ausheilen, selbst wenn sie einen beträchtlichen Teil des Gehirns durchqueren. Wir haben Schüsse quer oder schräg durch Stirnhirn oder Scheitelhirn gesehen, welche keine anderen Folgen als Kopfschmerzen hinterließen. Voraus-

setzung zu so günstigem Verlauf ist, daß die Schüsse aus Entfernungen über 100 m trafen, da Nahschüsse den Schädelinhalt mit explosionsartiger Gewalt auseinandertreiben.

Die Folgen der ohne Eiterung verlaufenen Hirnschüsse richten sich nach der physiologischen Wichtigkeit der leidenden Hirngegenden. Tröstlich ist in dieser Beziehung, daß der größere Teil des Großhirnmantels — so nennen wir die äußeren Mark- und Rindenschichten des Großhirns — wider Laienerwartung funktionell indifferent ist, d. h. in kleineren Teilen zerstört werden kann ohne sichtbare Nachteile für den Organismus. Die gesundheitswichtigen und für den nervösen Betrieb unseres Organismus unerläßlichen Zentren des Gehirns gruppieren sich, wie Fig. 10 zeigt, um die drei Hauptspalten des Gehirns herum. Die

wurde, den Arm der anderen Körperseite nicht bewegen; ein Schuß in die Gegend des linken Hörzentrums verursacht Taubheit auf dem rechten Ohr, und, da links zugleich das wichtige Zentrum für das Sprachverständnis liegt, auch Aufhebung des letzteren. Ein in die rechte Hinterhauptgegend Getroffener ist blind für die entgegengesetzte Seite beider Gesichtsfelder, eine Konsequenz, welche mit der Halbkreuzung der Sehnerven zusammenhängt. Auch solche Herderscheinungen werden seltener durch das kleine, zierliche Geschloß selbst bewirkt, als durch die vom Geschloß in das Gehirn hineingetriebenen Knochensplitter, besonders die der glasspröden und leicht splitternden Innenschicht der Schädelkapsel, der Tabula vitrea. Deshalb müssen alle Schädelchüsse mit derlei Lähmungen oder entsprechenden Reizzuständen möglichst frühzeitig operiert, d. h. geöffnet werden, um Knochensplitter zu entfernen, welche entweder lähmenden Druck auf das Gehirn ausüben oder zur Quelle von Eiterungen oder Reizungen werden können. Da nämlich Nar-

Aufhebung der Emp-
findung für Schmerz
und Temperatur

Herabsetzung

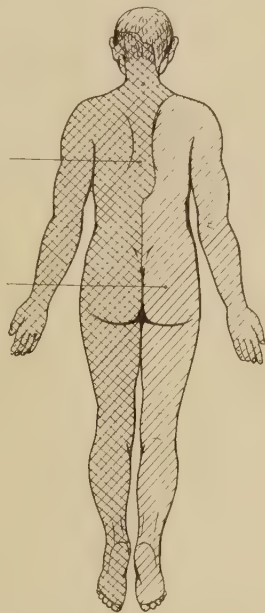


Fig. 9. Hysterische Empfindungslähmung durch Halsschuß.

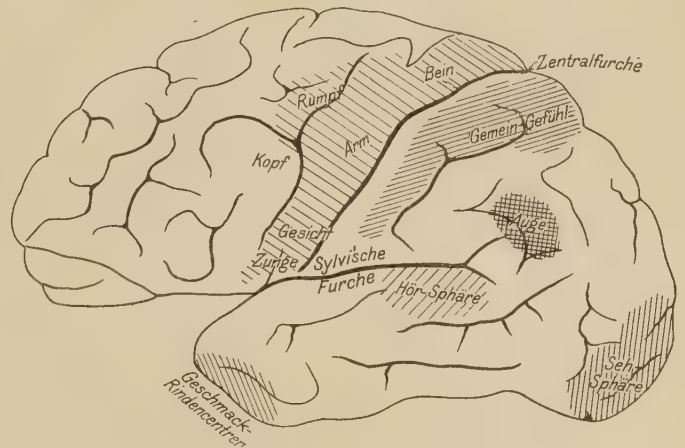


Fig. 10. Bewegungs- und Sinneszentren der Hirnrinde.

sogenannten motorischen Zentren, welche die Bewegungsimpulse für die verschiedenen Kopf-, Rumpf- und Gliedermuskeln unseres Körpers ausenden, liegen in der vorderen, der Rolandischen oder Zentralfurche vorgelagerten, Zentralwindung, während die Hinterzentralwindung die Empfindungszentren für die entsprechenden Körperabschnitte birgt, also Rindenfelder, in welchen Berührung, Schmerz, Temperatur und Lageempfindungen bewußt werden. Unterm hinteren Drittel der Sylvischen Furche liegt das Sinneszentrum für das Gehör, und an den Rändern der in die Innenseite des Occipitalhirns tief einschneidenden Calcarina- oder Vogelfußwindung liegt das große, kompliziert gefaltete Rindenfeld für Gesichtswahrnehmungen. Nur Schüsse, welche diese Rindenzentren zerstören, bewirken sogenannte Herderscheinungen. Z. B. kann ein Mann, dem das mittlere Drittel der vorderen Zentralwindung zerstört

ben sich allmählich zusammenziehen, so können auch glatt einheilende Knochensplitter später Reizungen auf das Gehirn ausüben, welche schließlich zu epilepsieartigen Anfällen führen können.

Wenn wir uns jetzt nun zu denjenigen Unfällen wenden, welche das Zentralnervensystem in seinen Verrichtungen schädigen, ohne sichtbare nachweisbare Gewebszertrümmerung bewirkt zu haben, also zu den funktionellen, oder besser gesagt dynamischen Nervenerkrankungen, so bildet den Übergang zu diesen jene nach Hirnerschütterung auftretende Störung der Hirntätigkeit, welche ich als traumatische Hirnchwäche von anderen nervösen Unfallsfolgen abgesondert habe, und welche in Schwindel, Vergeßlichkeit, Gleichgültigkeit, Intoleranz gegen selbst geringe Dosen gewisser Nervengifte, wie z. B. Alkohol, Nikotin, Kaffee, Arsen, und allgemeiner Unfähigkeit zu schwereren, früher mühelos erledigten psychischen

Leistungen bestehen. Sie pflegen in einigen Monaten zu genesen. Häufiger als diese nur den schwereren Hirnerschütterungen ohne Schädelverletzung folgende *traumatische Hirnchwäche* sind Kopfverletzungsfolgen, welche sich der allgemeinen Neurasthenie nähern, in Kopfschmerz, Ohrensausen, Schwindel, allgemeiner Reizbarkeit, Herzklopfen, Störungen des Schlafs und der Magentätigkeit bestehen, und deren Hartnäckigkeit und Klagenbeweglichkeit oft einen eindrucksvollen Gegensatz bilden zu der Ruhe und Geduld, mit denen wirklich schwer Verletzte ihr Leiden tragen. Hier entsteht nicht selten der Verdacht, daß zwar nicht der Wunsch der Vater des Gedankens, aber doch die Furcht die Amme der Beschwerden ist. So selten auch direkte Simulation von Beschwerden bei unseren braven Soldaten nachzuweisen ist, so hat der Arzt doch bei manchen der genannten Fälle das Gefühl, als ob all seinen therapeutischen Bemühungen ein gewisser instinktiver Widerstand entgegenrät, erwachsen auf dem dunklen Grunde der Furcht, den Schrecken des Krieges von neuem zu begegnen. Selbst bei einwandfreien Männern haben wir gelegentlich die Erfahrung gemacht, daß schon gehobene Beschwerden zurückkehrten, wenn Wiederentlassung zur Garnison oder zur Front in Aussicht stand. Dasselbe lehren im Frieden Unfallneurastheniker, daß nämlich nervöse Unfallfolgen um so schneller schwinden, je lebhafter der Wunsch ist, von ihnen befreit zu werden. Ein Gesetz menschlicher Schwäche, dem auch starke Naturen unterliegen, wenn sie schwach geworden sind, d. h. wenn ihr Nervensystem durch große und stete Strapazen seine gesunde Widerstandsenergie gegen Gefühle der Schwäche verloren hat. Die ungeheure Spannung, unter der das Nervensystem der feindlichen Front gegenüber oder bei kriegerischen Aktionen sich befindet, schaltet alle Hemmungen der Tatkraft aus. Sobald aber die jenes psychische Potential erzeugenden Faktoren, das Beispiel der Kameraden, der Befehl der Vorgesetzten, der Zuruf, der Eifer, sich hervorzutun, der auflodernde Haß gegen den Feind, die Spannung auf das sichtbare Ziel usf., sobald alle diese seelischen Stimulantien schweigen oder plötzlich ausgeschaltet werden, dann beginnt die Erschöpfung das Feld zu besetzen, und der erholungsberechtigte Organismus fordert gewaltsam sein ihm vorenthaltenes Recht nach Ruhe. Der sogenannte nervöse Zusammenbruch ist da. Ja, wer wochenlang auf Patrouillenfahrten, in Torpedo- oder Unterseebooten, wochenlang in Tag- und Nachtkämpfen, tagelang im Artilleriefeuer oder vielleicht wochenlang in durchnäßten oder überschwemmten Schützengraben gestanden hat, der hat, man möchte sagen, ein Recht auf Erschöpfung. Daß aber dieses Recht doch von so relativ wenigen deutschen Nervensystemen gefordert wird, ist sicher eine der besten Garantien für den Sieg unseres Volkes.

Solche *akuten Erschöpfungsneurosen* setzen sich im wesentlichen aus den Zügen der allgemeinen Energiefelosigkeit und der gesteigerten Reizbarkeit zusammen; die Kranken sind matt, stumm, sitzen teilnahmslos herum, oft krampfhaft gähmend, den Kopf eingenommen; alle Bewegungen aus Unlust oder Schwindel abwehrend, hochgradig empfindlich gegen schreckhafte Sinnesindrücke, derart, daß selbst Offiziere bei einem Knall heftig zusammenfahren, ja sogar zittern beim Gedanken an einen Angriff. Der Appetit ist gering, das Körpergewicht nimmt sichtlich ab, der Schlaf ist unruhig und von wirren, häßlichen, ängstlichen Träumen gequält. Äußerlich findet man bei ihnen Zittern, Steigerung der Reflexe, event. Einengung des Gesichtsfeldes, Vergrößerung der Tastkreise der Haut. Solche Zustände heilen unter geeigneter Behandlung in 2—3 Monaten.

Besonders verderblich wirken auf das Nervensystem Granat- oder Minenexplosionen aus großer Nähe. Außer nervösen Allgemeinbeschwerden können Blutungen aus Nase und Ohren, Muskelzuckungen, Taubheit und sogar länger dauernde Lähmungen einzelner Glieder oder Gehirnnerven folgen. Als hysterisch lassen sie sich nur zum Teil deuten; größtenteils beruhen sie auf den Wirkungen des bei der Explosion jäh auftretenden und ebenso jäh wieder verschwindenden Luftdruckes, Wirkungen, welche in multiplen Kapillarblutungen und kleinsten Erweichungen bestehen können, ähnlich den Erkrankungen der Caissonarbeiter. Eine Nebenrolle spielen auch die besonders von Granaten amerikanischer Herkunft entwickelten giftigen Gase.

Hervorragende Bedeutung bei allen rein dynamischen Nervenschäden hat natürlich Disposition nach Rasse, Alter und Sippe. Ich zweifle nicht daran, daß französische Ärzte reicher und mannigfaltiger als wir die Äußerungen schwerer Hysterie mit ihren theatralischen Anfällen, ihren bizarren Beschwerden, ihrem Vexierspiel mit allen möglichen organischen Leiden beobachten werden. Das degenerierte französische Volk hat von jeher der neurologischen Wissenschaft die lehrreichsten und grotesksten Fälle von Hysterie geliefert, wie ja auch alle seine politischen Manifestationen an Theatralik und affektiver Übertreibung leiden. Daß aber selbst unsere bestnervigsten Gegner, das Volk der Briten, dessen kaltberechnende Ruhe einen auffallenden Gegensatz zu der aufgeregten, impertinenten Art des Franzosen bildet, häufiger unter nervösen Zusammenbrüchen leiden als wir, scheint aus Notizen englischer Zeitungen hervorzugehen, daß ihre Irrenhäuser sich in beängstigender Weise füllen.

Die im deutschen Heere aufgetretenen *Geistesstörungen* haben natürlich von Anfang an die Aufmerksamkeit der Psychiater im besonderen Maße in Anspruch genommen, ohne daß aber die Erwartung erfüllt worden wäre, in diesem gewaltigen Kriege auch besondere Formen geistiger Erkrankungen zu erleben. Nach Erfahrungen

früherer Kriege war allerdings auch jetzt ein Anwachsen geistiger Störungen zu erwarten. Z. B. stieg, wie ich Weygandt entnehme, im Krieg 1870/71 die im Frieden etwa 0,4 pro Mille betragende Zahl der Heerespsychosen auf 0,54; im Burenkrieg wuchs sie im englischen Heere von 1,4 im Frieden auf 2,5, im spanisch-amerikanischen von 0,8 auf 2,7, im russisch-japanischen Feldzug auf russischer Seite von 0,7 auf 3,5. Im ganzen trat also im Kriege stets Steigerung um das Zwei- bis Vierfache ein, ein Anstieg, welcher auch in dem dem Friedensschluß folgenden Jahre noch anzudauern pflegt, wegen der großen Zahl schwer heilbarer und länger dauernder Psychosen.

Diesen Ziffern nach würde, da in letzten Jahren die Zahl Geisteskranker im deutschen Heere etwa 1,5 pro Mille betrug, in diesem Kriege auf etwa 3—5 pro Mille zu rechnen sein. Daß aber diese relativ kleine Ziffer — bei einem Heere von 5 Millionen etwa 20 000 Geistesstörungen — größtenteils Erkrankungen enthält, welche der Ausbruch des Krieges nur beschleunigt hat, lehrt die Betrachtung der speziellen Erkrankungsformen; z. B. sind die wegen Schwachsinn Entlassenen dem Kriege nicht zur Last zu legen; die verschiedenen Formen des Pubertäts- oder Jugendirreseins, dem nach Stier etwa ein Drittel zufallen, können durch Feldzugsstrapazen höchstens beschleunigt werden, und auch von den epileptischen Geistesstörungen, denen etwa ein Zehntel zugehören, würden wahrscheinlich nur wenige ohne Krieg nicht zum Ausbruch gekommen sein. Dasselbe gilt für Erkrankungen älterer Mannschaften und Offiziere an Hirnerweichung (*Dementia paralytica*). Ja, die Betrachtung der im Verlaufe des Typhus vorkommenden Geistesstörungen ergibt sogar die tröstliche Tatsache, daß die relative Zahl dieser Typhuspsychosen dieselbe geblieben ist wie in Friedenszeiten, nämlich $\frac{1}{20}$.

Wie falsch übrigens die in der alten Psychiatrie und noch heute unter Laien verbreitete Meinung ist, daß Aufregungen Geistesstörungen hervorrufen können, ohne daß andere triftigere Ursachen vorliegen, geht schlagend aus einer Studie Stierlins hervor, welcher nach 6 schweren Katastrophen der letzten Jahre, Eisenbahn-, Gruben-, Erdbebenkatastrophen, nur ganz wenig reine Psychosen verzeichnet fand, sehr häufig dagegen nervöse Beschwerden in Form von Zittern, Kopfschmerz, Schwindel, Herzklopfen und besonders Schlafstörungen, nämlich bei etwa $\frac{1}{3}$ der Beteiligten.

Letztere Störungen sind ja auch diejenigen, welche bei großer Intensität den Boden vorbereiten können für jene häufigeren Verwirrheitszustände, welche von Stier, Awtokratow und neuerdings von Buschan als eine Art besonderer Kriegspsychose angesehen werden. Ein Verwirrheitszustand, welcher sich aus den Zeichen hochgradiger Erregbarkeit, besonders auch der Sinnesgebiete in Form von Sinnestäuschungen, und phantastischen Trugerebnissen zusammensetzt.

Auch diese Störung, welche der sog. reinen Erschöpfungspsychose noch am meisten entspricht, pflegt in 2—3 Monaten zu heilen.

Aber Kriege werden nicht nur an der Front, sondern indirekt auch im Vaterlande geführt und äußern infolgedessen auch auf das Nervensystem der Zurückgebliebenen gewisse deletäre Wirkungen. Die harmloseste solcher Störungen kann sogar von weitem an die zuletzt besprochenen Geistesstörungen mit phantastischen Erlebnissen erinnern, es ist eine vom Moment der Kriegserklärung an einsetzende Neigung der Zivilbevölkerung zu gesteigerter Suggestibilität in einem gewissen Sinne und zur Produktion von phantastischen Gerüchten, welche den Zügeln der Vernunft entlaufen zu sein schienen. Wir alle erinnern uns daran, wie schon in den ersten Tagen der Kriegserklärung der Cochemer Tunnel gesprengt, der dortige Wirt nebst Sohn erschossen sein sollte, wie im Osten und Westen Brunnen mit Cholerabazillen vergiftet, wie zahllose Autos mit russischem Golde gesehen wurden, wie ein hochstehender deutscher Offizier Verrat und Selbstmord begangen haben sollte, wie das Telephonamt einer großen Stadt bereits durch einen geheimen Gang unterminiert sein sollte, wie bereits 14 Tage nach Kriegsbeginn Belfort, die bestgesicherte Festung der Welt, gefallen und ihr Fall durch den Bürgermeister einer deutschen Großstadt vom Balkon des Rathauses aus verkündet sein soll; Mitte August war schon die ganze russische Ostseeflotte vernichtet, der König von Serbien gefangen usf. Ähnliche illusionäre oder Gerüchtfälschungen hat der französische Psychiater Duprè als „*Mythomanie*“ bezeichnet. Nun, wir sehen, daß eine solche *Mythomania martialis* selbst am grünen deutschen Holz aufschießen kann. Kein Wunder, wenn diese dem Initialdelirium einer Infektionskrankheit (z. B. Typhus oder Lungenentzündung) ähnlich wuchernde Volksphantasie in romanischen Ländern noch ganz andere Orgien feiert, als bei uns.

Dem Zurücktreten kühler, verstandesmäßiger Überlegungen in solchen Zeiten ist wohl auch die Beobachtung zuzuschreiben, welche die Polizei vielorts gemacht hat, nämlich die merkwürdige Hausse, welche in den Aktien weiser Frauen eingetreten ist, von Madame de Thèbes an bis zu den weiblichen Kaffeesatzpropheten, eine Hausse, welche stellenweise so weit ging, daß sich die Polizei genötigt sah, deren Bureau zu schließen. Freilich entsprang auch diese Sucht nur dem begreiflichen Wunsche, heller in die Zukunft zu sehen, als es dem wägenden Verstande möglich war, der Sorge um die Zukunft unseres Volkes. Jetzt sehen wir diese Sorge wenigstens gelichtet, und kein seichter Ankergrund unserer Hoffnungen soll die, auch aus unseren Betrachtungen hervorgehende, Gewißheit sein, daß wenigstens das deutsche Nervensystem den Sieg über das unserer Feinde davontragen wird.

Bericht über die VII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin.

Von Dr. O. Herr, Görlitz.

(Schluß.)

5. Privatdozent Dr. Pax (Breslau): *Die Tierwelt der Moore und ihre Gefährdung durch die Meliorationen.*

Der Vortragende betritt mit seinen Forschungen Neuland; in den letzten Dezennien sind wohl einzelne Tierklassen der Moorfauna bearbeitet worden, eine Gesamtdarstellung derselben liegt jedoch nicht vor.

Die Aufgabe des Zoologen ist ungemein schwieriger als die des Botanikers, da es im Moore weder bodenständige Tiere noch „Formationen“ gibt. Einen gemeinsamen Zug erhält die Fauna durch das Vordominieren einer hygrophilen Tierwelt.

Der Reichtum an Kalk schafft in den Wiesen- oder Grünlandmooren günstige Bedingungen für allerlei Conchylien, doch ist unter diesen wie unter den dort vorkommenden Chironomidenarten und Protozoen keine charakteristische Moorform. Dasselbe gilt von den im Wiesenmoore anzutreffenden Lepidopteren (*Lycaena alcon*, *L. arcas*), den Coleopteren (*Platynaris discolor*, *Donacia menyanthidis*, *D. thalassina*) und den Libelliden, die an die freien Wasserflächen und Wasserpflanzen gebunden sind. Die Wirbeltierfauna: Moorte, Rotschenkel, Kiebitz, Bekassina, grünfüßiges Teichhuhn ist ebenso wenig charakteristisch und mit der der Teichgebiete und Rohrsümpfe identisch.

Den kalkarmen Hochmooren fehlen meist die Mollusken; die gelegentlich vorkommenden (*Anodonta*) besitzen abnorm dünne Schalen. Diese Moore sind die Heimstätten von Zwergformen; einige Arten (*Pechfrosch*, *Rana arvalis*) zeigen die Tendenz, ein dunkles Kleid anzulegen. Der Vegetation entsprechend fehlen die sphagnophoben Formen; es treten Ubiquisten und die kalkfeindlichen sphagnophilen Formen auf. Der Sphagnumrasen beherbergt eine ganze Schar von Rotatorien, von denen Rotifer roeperi als Raumparasit in den offenen Sphagnumzellen lebt. Von den häufigeren im Hochmoor anzutreffenden Insekten seien die Libellen *Somatochlora alpestris*, *Leucorrhinia dubia*, *Agria hastulata*, die Lepidopteren *Colias palaeno*, *Lycaena aptile*, *Acronycta menyanthidis*, die Coleopteren *Aphthon erichsoni*, *Crenitis punctata* und *Cr. striata* erwähnt. Nicht selten finden sich die für einzelne Arthropodenspezies typischen Nährpflanzen, das Insekt fehlt jedoch.

Die Heidemoore zeigen in ihrer Fauna ein wenig charakteristisches Gemisch der beiden anderen Tierassoziationen. Heide- und Moorlerche unterbrechen mit ihrem Gesänge die Stille, Birkhuhn und Triel finden in dem Heidegestrüpp Unterschlupf und Nahrung.

Biologisch lassen sich in der Moorfauna zwei Typen unterscheiden: eurytherme und stenotherme Formen. Während erstere Kosmopoliten sind, können letztere als Relikte der Glazialzeit angesehen werden, die in dem spezifisch kalten Mooregebiet ihr Dasein fristen. Zu diesen Gruppen kommt dann noch eine Reihe von Kulturflüchtern, wie z. B. Kranich, Hornfrosch, Goldregenpfeifer und rotbauchige Unke, denen die Moore in ihrer Abgeschiedenheit und Ruhe letzte Rückzugsorte geworden sind. Aus Mangel an Deckung wird Wild im Moore spärlich angetroffen.

Durch die Meliorationen wird auch die Tierwelt gewaltig geschädigt; schon ein einziger Graben kann die ganze Fauna ändern. In den Moorwassern der Torf-

stiche siedelt sich bald eine neue Fauna an, das Torfstichplankton.

1. In der Sitzung des zweiten Tages sprach zunächst Prof. Dr. Gradmann (Tübingen) über:

Die Bedeutung der Moorschutzgebiete für die pflanzengeographische Forschung.

Der nächste Zweck der Moorschutzgebiete ist die Erhaltung des bisherigen Zustandes; ein sehr erstrebenswertes Ziel; denn die völlige Vernichtung der Moore wird uns nicht nur unwiederbringlicher Schönheitswerte, sondern auch höchst wichtiger wissenschaftlicher Forschungsstätten berauben.

Die Moore bieten in der Torfbildung eine höchst eigenartige Form der Umsetzung der Kohlenstoffe und damit ein Vorbild für die Entstehung der Steinkohlenlager. Der Aufbau der Torfschichten ist fast die einzige sichere Quelle für die Geschichte der postglazialen Klimaänderungen, und damit auch eine der Grundlagen für die Entwicklungsgeschichte der Pflanzendecke, für die Siedlungsgeschichte und -geographie. Die lebende Flora ist wieder eine Sache für sich; ihre Erforschung ist weder bezüglich der Phanerogamen noch der Kryptogamen völlig abgeschlossen. Besonders sind die Moore wichtig für ökologische Untersuchungen; denn sie bieten in ihrer Abgeschiedenheit Bedingungen, unter denen die Lebensgemeinschaften sowohl pflanzlicher wie tierischer Art ungestört fortbestehen können. Von den pflanzengeographischen Problemen ist besonders die Verbreitung der Hochmoore hervorzuheben; sie sind ein Symbol des ozeanischen Klimas, das einzelne Landschaften Mitteleuropas auszeichnet. Dazu kommen die erratischen Vorkommnisse von Pflanzen hochnordischer und subalpiner Herkunft, die vorwiegend, aber nicht unbestritten, als Relikte der Eiszeit, also als Naturdenkmäler ersten Ranges gedeutet werden. Soll an allen diesen Fragen weitergearbeitet werden, so ist die erste Bedingung, daß man den Gegenstand der Forschung selbst vor völliger Zerstörung sichert. Darüber hinaus aber haben die Moorschutzgebiete noch einen ganz anderen Beruf zu erfüllen. Zu den wichtigsten Aufgaben der erklärenden Länderkunde gehört die Scheidung von Natur und Kultur, anders gewendet: der Wiederaufbau der Urlandschaft. Dabei erheben sich vor allem pflanzengeographische Fragen: sind unsere Heiden, unsere Wiesen und Weideplätze als natürliche Pflanzenformationen aufzufassen, oder sind sie nur Formen der landwirtschaftlichen Bodenbenutzung? Derlei Fragen lassen sich endgültig nur durch das Experiment entscheiden, indem man entsprechende Bodenflächen der Nutzung entzieht und sie auf Jahrzehnte sich selbst überläßt. Jedes Moorschutzgebiet ist ein solches pflanzengeographisches Experiment, indem es jegliche Nutzung ausschließt und die Rückkehr zum ursprünglichen Zustand ermöglicht.

Als Beispiel führt der Vortragende das Federseeried in Oberschwaben an. Ein Wiesenmoor von dem Typus, wie er im deutschen und schweizerischen Alpenvorland allgemein verbreitet ist, hat sich daselbst im Laufe der wenigen Jahre, seit es der Streunutzung entzogen ist, vollständig verändert; es wird sich in absehbarer Zeit mit einem Birkengebüsch überziehen. Wenn sich ähnliche Erfahrungen in anderen Schutzgebieten wiederholen, dann ist dieser Wiesenmoortypus aus der Liste der natürlichen Formationen überhaupt zu streichen, und die räumliche und zeitliche Aufeinanderfolge der verschiedenen Moorgürtel bekommt dadurch ein ganz verändertes Gesicht. Es wird sich immer mehr zeigen, daß eine der Hauptaufgaben der modernen Pflanzen-

geographie, die Gliederung der Pflanzendecke in natürliche Formationen, nur in Naturschutzgebieten mit Sicherheit lösbar ist. Vom wissenschaftlichen Standpunkte aus können wir daher gar nicht genug solcher Schutzgebiete haben.

2. Assessor Dr. Paul (München):

Vorkommen, Pflanzenwelt, Meliorierung und Erhaltung der bayerischen Moore.

Die Moore Bayerns bedecken etwa 2,7 % der Gesamtoberfläche. Im allgemeinen lassen sich zwei Gebiete unterscheiden: die Moore in der Moränenzone der ehemaligen Gletscher des Alpenvorlandes, des Iller-, Lech-, Isar- und Inn-gletschers, und die Moore in den Flußtalern nördlich davon. Die größten Moore (Dachauer Moos 10 040 ha, Erlingermoos 18 390 ha) finden sich in letzterem Gebiet und sind *Flachmoore*, im Moränengebiet gibt es dagegen ansehnliche *Hochmoore*. Die Moore im übrigen Bayern (bayerisch-böhmisches Grenzgebiet, Bayerischer Wald, Fichtelgebirge, Rhön, Spessart, Oberpfalz, Franken) treten gegen diese beiden Gebiete zurück; hier herrschen *Übergrasmoorbestände* vor.

Redner geht zunächst auf die Flora der Flachmoore ein. Aus den Pflanzen der Sedimentationsbestände sind *Nymphaea candida* und *Potamogeton coloratus* hervorzuheben. Die Uferbestände der Arundineten und *Magnocariceten* bieten wenig Eigentümliches, *Cladium Mariscus* ist infolge der Kultur im Zurückgehen. Von den eigentlichen Flachmoorbeständen sind die *Parvocariceten* (*Carex Davalliana*, *Schoenus ferrugineus*, *S. nigricans*) und die *Molinieten* als wichtigste zu nennen. Eine reiche, schöne Begleitflora macht diese Bestände für den Botaniker besonders reizvoll. In den Mooren der schwäbisch-bayerischen Hochebene bilden *Festuca rubra fallax*, *Brachypodium pinnatum*, *Juncus acutiflorus*, *J. obtusiflorus*, *Nardus stricta*, *Bromus erectus* und *Calamagrostis varia* oft besondere Subtypen des *Molinietums*. Der Flachmoorwald des *Alnetums* (*Alnus glutinosa*, ausnahmsweise *A. incana*) ist jetzt selten geworden, in Weidenbüschen tritt *Salix nigricans* auf.

Aus dem außerordentlich wechselnden Bild, das die Zwischenmoore bieten, heben sich neben den Waldtypen einige andere Typen recht auffällig hervor: die *Trichophoreten* (*Trichophorum alpinum*, *Tr. caespitosum*) und *Rhynchosporieten* (bes. *Rh. fusca*). Als Subtypus ist das *Scheuchzerietum* ziemlich häufig, *Hypneten* sind massenhaft. Zwischenmoorwälder werden von Birken (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*), Fichten und den beiden Föhren *Pinus montana*, und zwar von der aufrechtstämmigen Form, der sog. Spirke, und *P. silvestris* gebildet. Als Unterholz ist *Betula humilis* bemerkenswert.

Die Spirkenwälder leiten zur eigentlichen Hochmoorflora über, indem sie immer niedriger werden und sich in einzelne, am Boden liegende Krüppelbestände auflösen. Sonst bietet die Flora dieser Moore nichts Bemerkenswertes; *Betula nana* ist sehr selten.

Vernichtet oder stark gelichtet werden die Bestände durch Schaffung von Wiesen aus dem Moore ohne Umbruch desselben durch fortgesetzte Düngung, durch den Torfstich, durch frühzeitiges und sehr tiefes Mähen, durch die Floristen und durch den Handel mit lebenden Blumen. Die in Bayern geübte Technik bei der Kultur der Moore ist dieselbe wie in Norddeutschland. Die Hochmoore im Moränengebiet bedürfen wegen der reichlichen Niederschläge einer sehr starken Entwässerung, in den Flach-

mooren genügen dagegen meist wenige Gräben. Der Krieg greift hier nicht schädigend ein, da hauptsächlich nur die schlecht abgetorften Moore von Kriegsgefangenen planiert und bearbeitet werden. Durch den Landesausschuß für Naturdenkmalpflege ist der Regierung in Bayern schon eine Anzahl Moore für die Erhaltung namhaft gemacht worden. Dieser Schutz kann erreicht werden bei den staatlichen Mooren im Verwaltungswege, durch Ankauf kleiner Moore aus Privatbesitz und durch Eintragung in das Grundbuch, ein Verfahren, das auch schon im Ausland angewandt worden ist.

3. Adjunkt Dr. Ginzberger (Wien) sprach über:

Die österreichischen Moore. Ihre Pflanzenwelt, Ausnutzung und Erhaltung.

Die Gesamtfläche der Moore in Österreich-Ungarn, mit Ausnahme Ungarns und Bosniens, beträgt 365 000 Hektar, das sind 12 ‰, also nur der 6½. Teil der Moore Deutschlands. Eine vollständige Aufzeichnung und Bearbeitung der Moore liegt noch nicht vor; Redner hat zum ersten Male unter Benutzung der geringen Vorarbeiten eine Statistik und Kartographierung der Mooregebiete versucht.

In Österreich überwiegen die Hochmoore bedeutend. Es finden sich dort nur wenige große Moore, wie z. B. am oberen Dnjestr bei Sambor oder das große Hochmoor bei Salzburg. Eigentümlich ist dem ganzen Gebiet das gruppenweise Auftreten der Moore in sog. Moorschwärmen. Die Moore liegen in jeder Seehöhe bis zu 2400 m. Die Hochmoore befinden sich meist im Gebirge oder deren Nähe; sie liegen entweder auf Flachmooren oder, wie in Galizien, in Dünentälern direkt auf dem Sande. Niederungsmoore treffen wir nur im Flachlande an.

Bezüglich der geographischen Lage unterscheidet der Vortragende acht natürliche Gebiete:

1. Galizien und die Bukowina mit Niederungsmooren an den Flüssen, die nur im Sanwinkel einen Hochmooranflug haben;
2. zahlreiche Hochmoore finden sich in den Karpathen, so das Dolinamoos mit Torf von 13 m Mächtigkeit, und am Nordabhang der Hohen Tatra;
3. die Moore der Randgebirge von Böhmen, Mähren, Ober- und Niederösterreich;
4. Böhmen und Mähren selbst;
5. das Flachland von Niederösterreich;
6. die Hochmoore des Alpenvorlandes, Oberösterreichs und Salzburgs;
7. und 8. die Alpen, deren Moore durch die Linie Etsch, Eisack, Rienz und Drau in eine nördliche und südliche Gruppe geteilt werden. Stets finden wir in den Becken und Tälern Flachmoore, auf den Kämmen aber Hochmoore.

Als letztes Gebiet könnten anhangsweise die noch wenig erforschten Moore Dalmatiens und der Küstenländer erwähnt werden.

Redner geht kurz auf die verschiedene Bezeichnung der Moore in den einzelnen Landesteilen ein. In den Alpen nennt man das Hochmoos (Plural Möser), das Moos selbst aber Mirs, so daß man von einem „Moosmirs“ spricht; die Niedermoore heißen Ried (Pl. Rieder). In den Sudeten führen die Moore den Namen Wiesen (Iserwiese); in Niederösterreich heißen die niedrigen Moore Auen, die hohen Filze, während endlich im Küstenland und Bosnien die Bezeichnung „Polje“ gebräuchlich ist.

Bezüglich der Pflanzenwelt beschränkt sich der Redner hauptsächlich auf die Unterschiede zwischen der deutschen und österreichischen Moorflora. Vier wichtige Arten fehlen dort gänzlich: *Juncus stygius*, *Erica tetralix*, *Myrica Gale* und *Narthecium ossifragum*. Von Kiefern tritt neben *Pinus silvestris* *Pinus montana* auf, von der der Redner das niederliegende „Krummholz“ und die aufrechte „Moorspirke“ unterscheidet. *Scheuchzeria palustris* und *Carex heleonastes* sind sehr selten, *Carex chordorrhiza* ist etwas häufiger.

Die Ausnützung der Moore Österreichs geschieht durch den Torfstich und die Moorkultur, durch die das Laibacher und Salzburger Moor schon gänzlich besiedelt sind. Auch für die großen Moore Galiziens sind die Meliorationspläne fertiggestellt. Die Melioration schreitet im allgemeinen nur langsam vorwärts, Kriegsgefangene werden wenig verwendet. Eigenartige Verwendung finden die Moore in den Moorbädern zu Franzensbad und Marienbad.

Die Moore sind im Besitze des Staates, Großgrundbesitzes oder der Bauern. Wenn auch die großen Moore nicht mehr intakt sind, so ist doch Österreich reich an vielen kleinen Mooren, die noch im Urzustand erhalten und auch leicht für die Naturdenkmalpflege zu erwerben sind. Erschwert wird der Ankauf von Mooren zu Naturschutzdenkmälern dadurch, daß sie zu wenig bekannt sind. Österreich besitzt keine Organisation für Naturschutz, wie andererseits der Österreicher wohl Sinn für das Gebirge, aber nicht für Heide und Moor hat.

Als zweiter Gegenstand stand zur Beratung:

Das staatliche Vogelschutzgebiet an der Weichselmündung bei Neufähr.

Nach einleitenden Bemerkungen des Leiters über die Fortschritte des Vogelschutzes in den letzten Jahren, von denen erwähnt sei, daß bereits 13 Vogelschutzgebiete im Bereich der Nord- und Ostsee bis jetzt geschaffen sind, sprach Regierungs- und Forstrat Herrmann (Danzig) über *Die Geschichte der Sicherung*.

Das Gebiet liegt vor der Weichselmündung. Um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts zerriß die Weichsel das vor ihrem Ausfluß liegende Land, und es entstand eine Insel, die vom Volke nach einem dort untergegangenen Schiff „Messinainsel“ genannt wurde. Durch Dünenbildungen trat diese später wieder in Verbindung mit dem Festlande. Der von der so entstandenen hakenförmigen Messinahalbinsel umschlossene Messinasee wurde durch eine 2 km lange Mole vom Meere getrennt. Im Jahre 1908 machten Ornithologen auf das reiche Vogelleben der Halbinsel und des Sees aufmerksam. Flußseeschwalbe, Zwergseeschwalbe und Sandregenpfeifer brüteten dort schon, und es entstand der Plan, das Gebiet als Vogelschutzstätte zu erklären. Redner zeigte nun in interessanten Darlegungen, welche umfangreicher Arbeiten es bedurfte, um die rechtlichen Verhältnisse zu klären. Endlich, am 17. Mai 1915, konnte durch Erlaß der beiden in Frage kommenden Minister das Gebiet als Privateigentum des Fiskus erklärt werden; es wurde dem Forstfiskus unterstellt und die Nutzung, vor allem das Jagd- und Fischereirecht, ausschließlich dem Fiskus übertragen. Das ganze Areal ist 200 ha groß und durch Stacheldraht geschützt. Ein wertvolles Gebiet ist damit zum Schutze der Vögel und für die Wissenschaft gewonnen worden.

Dr. Preuß (Danzig), zurzeit im Felde, behandelte:

Die Pflanzenwelt des Schutzgebietes.

Bestimmend für die Schaffung des Schutzgebietes war die Vogelwelt; aber auch den Wünschen des Bo-

tanikers ist man durch den Schutz jenes jungfräulichen Gebietes gerecht geworden. Es sind in der Hauptsache biologische und pflanzengeographische Momente, die das Gelände auch im botanischen Sinne wertvoll erscheinen lassen. Wohl selten trifft man am Strande von Westpreußen eine so große Zahl von Formationen aus den beiden großen Vereinen, den *Halophyten* und den maritimen *Psammophyten* in einem Raume zusammen. In dem halbsalzigen Wasser des Messinasees fehlen die obligaten Halophyten *Chara baltica* und *Ch. crinita*; es herrschen vor *Ch. aspera*, *Ch. fragilis*, daneben *Potamogeton pectinatus* fr. *scoparius* und *interruptus*; eingestreut sind *Zanichellia palustris*, *Helodea* und *Batrachium fluitans*. Einen Übergang von der Wasser- zur Landflora bilden die *Strandrohrsümpfe*, die in zwei Unterformationen geteilt werden können: a) Röhrichte, in denen das Schilfrohr Vorherrscherin ist, b) Binsenbestände, die sich in Zwerg- und Hochbinsenbestände gliedern. Infolge des geringen Salzgehaltes treten hier auch die Pflanzen auf, die in Sumpfwässern an der Landbildung teilnehmen. Wo *Potamogeton* und andere Wasserpflanzen angespült sind, bilden sich die von *Warning* beschriebenen Bakteriensümpfe mit *Bacterium sulphuratum* und *B. Okeni*. Hier ist das Reich der Melden. Südlich des Sees breiten sich die *Strandwiesen* mit ihrer charakteristischen Flora aus. Weiter vom Strande macht sich die gewöhnliche *Wiesenflora* breit; hier vollzieht sich die Bildung von natürlichen Wiesen, die sonst im Binnenlande, abgesehen von den Almen der Hochgebirge und den Auwiesen der Stromtäler, Kulturprodukte sind.

Der Strand ist ein Dünenstrand. Für die Ausbildung der Vegetationszone sind auch hier Sommer- und Winterstrand bedeutungsvoll. Der Sommerstrand, der dem Meere am nächsten liegt, stellt infolge der reichen Bepflanzung eine vegetationslose Zone dar; nur eine Anzahl Halophyten, meist einjährige Pflanzen haben sich hier angesiedelt. Auf dem Gebiet außerhalb der winterlichen Spülzone treten die mehrjährigen und perennierenden Pflanzen in den Vordergrund. Auf den *Vordünen* herrschen die Sandgräser vor. Die Vordünen gehen allmählich in die festliegenden oder bewachsenen Dünen über, dazwischen liegen die Übergangsdünen.

Welche *Besiedlungsmomente* kommen für das Gebiet in Betracht?

Einen großen Teil (33 %) der Pflanzen brachte das Meer, andere führte der Wind aus dem benachbarten Dünengebiet herbei. Der Strom brachte die Stromtalpflanzen für die unter seiner Mitwirkung entstandenen Wiesen, und auch Vögel haben Samen herzugetragen (Holunder an der Mole).

Pflanzengeographisch von Bedeutung ist, daß einige Arten sich weiter nach Osten verbreitet haben (*Plantago maritima*), von anderen (*Scirpus rufus*, *Erythraea litoralis*) sich neue Zwischenstandorte gebildet haben.

So erwächst hier neues Leben an einer Stelle, an der in der Litorinazeit, wie die aufgefundenen Stubben beweisen, grüne Eichen und harzduftende Kiefern ausgedehnte Wälder bildeten.

Die Vogelwelt des Schutzgebietes behandelte Professor Ibarth (Danzig). Redner beobachtete seit Frühling 1907 die Vogelwelt der Messinahalbinsel und entwirft ein anschauliches Bild derselben, wie es sich in den einzelnen Jahreszeiten abspielt. Er hat im ganzen 121 Arten beobachtet, von denen 25 sehr selten sind, wie z. B. die Bartmeise, die bisher für Westpreußen nicht festgestellt war. 22 Arten konnten als Brut-

vögel konstatiert werden, darunter die Rohrweihe, die schon erwähnte Zwergseeschwalbe, die ihre Eier ohne Unterlage in den Sand legt, die Flußseeschwalbe und der Sandregenpfeifer. Als regelmäßige Gäste wurden 74 Arten im Gebiet beobachtet. Möven und Anatiden sind in allen Arten vertreten, im Frühling zeigen sich Singschwäne. An seichten Stellen des Sees fischt der Fischreiher. Von Raubvögeln wurden Sperber, Mäusebussard, Wanderfalk, Lerchenfalk, Turmfalk häufiger, der Schreiadler nur einmal beobachtet. Schwalben, besonders die Uferschwalbe, treten oft in ungeheuren Mengen auf, mit ihnen halten viele andere Sänger hier Rast auf dem Durchzug oder finden ungestörte Plätze zum Nisten.

Die Vogelwelt litt bisher stark durch Eierraub und durch das sinnlose Abschießen. Da seit der Erklärung des Geländes als Schutzgebiet diese Zeiten vorbei sind, ist zu hoffen, daß sich bald ein noch reicheres Vogelleben entwickeln wird.

Besprechungen.

Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas. Herausgegeben von W. Michaelsen (Hamburg). Lieferungen 1 u. 2. Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1914. Preis Lief. 1 M. 6,—, Lief. 2 M. 20,—.

Mit den Ergebnissen dieser Meeresfauna von Westafrika wird sich das von W. Michaelsen erstrebte Bild einer Fauna der drei gegen die Südpolarmeere vorstoßenden Kontinentalspitzen abrunden. Was bereits jetzt an Forschungen zu diesem Thema vorliegt, beweist, wie glücklich der Gedanke war, und man weiß nicht, was man mehr bewundern soll, die Energie seiner technischen Durchführung oder die Kühnheit, mit der er entworfen ist.

Die „Meeresfauna Westafrikas“ ist ein Schwesterwerk der „Land- und Süßwasserfauna Deutsch-Südwestafrikas“, deren Besprechung wir hier kürzlich begonnen haben. Sie umfaßt das Gebiet von Kap Verde bis zur Mündung des Oranjestroms und beruht auf den reichen Schätzen an Meerestieren aus dem tropischen Westafrika im Hamburger Naturhistorischen Museum sowie auf den Sammlungen Michaelsens an der deutsch-südwestafrikanischen Küste.

Das Hamburger Museum verdankt diese reichen Bestände in erster Linie der eifrigen Sammeltätigkeit des Kapitäns Carl Hupfer, dessen sympathisch berührende Lebensbeschreibung Michaelsen dem Werk voranstellt.

Eine nicht hoch genug anzuschlagende Ergänzung findet dieses Material in den Sammlungen des Marburger Zoologischen Universitätsinstituts, die durch die Tätigkeit Richard Greefs dorthin gekommen sind. Greef hat auf der tropischen Insel São Thomé und auf dem dieser Insel vorgelagerten kleinen Eiland Ilha das Rolas gesammelt. Was dieser Greefschen Sammlung an Breite des Gebietes abgeht, ersetzt sie durch Gründlichkeit der Materialauswahl und durch sachgemäße Konservierung, und sie ist auch darum so bedeutsam, weil sie viele Typen der von Greef beschriebenen und erörterten Arten enthält. Eugen Korschelt, Greefs Nachfolger in der Marburger Professur, erzählt aus der Lebens- und Forschungsgeschichte des stillen Mannes.

Mit Hjalmar Brochs Abhandlung über die benthonischen Hydrozoen beginnt die Reihe der wissenschaftlichen Verarbeitungen. Broch weist einige neue Arten nach, vervollständigt die Kennzeichnung schon bekannter und zieht sodann die Stylasteriden wieder zu den Hydroidpolypen, indem er sie als den Bougainvilliiden

naheverwandt auffaßt. Von besonderem Interesse ist, wie dieser gute Kenner der Hydroiden die westafrikanischen Glieder dieser Gruppe tiergeographisch zu werten versteht. Von Carl Chun stammte bekanntlich die Vorstellung, daß die Tierwelten der beiden Polar-meere durch die ihnen an Temperatur usw. gleichen tropischen Tiefseen miteinander verbunden seien, und man handelte seitdem vielfach von einer biohydrographischen Bipolarität. Was Broch bei den Hydroiden zum Verständnis derjenigen Vorgänge, die zur Entstehung bipolarer Arten geführt haben, findet, ist dies: 1. Für die Tierformen Plumularia pinnata und Plumularia setacea ergibt sich, daß sie aus tropischen Mutterformen sowohl nach Süden wie nach Norden ausstrahlen, und so in Variantengruppen auftreten, die unter den Einflüssen temperierter Lebensbedingungen entstanden sind. 2. Die Form Lafoëa gracillima, ein Tier von kosmopolitischer Verbreitung, dringt in die Arktis in einer forma elegantula ein und muß auch der Antarktis in einer Variation angehören, denn die von Possession-Eiland bekannt gewordene Kolonie „erinnert“ nur an Lafoëa elegantula. Die gleichen biophysikalischen Faktoren haben gleiche Variantengruppen im arktischen wie im antarktischen Meere hervorgerufen. 3. Das Tier Sertularia gigantea ist sowohl für die Arktis wie für die Antarktis nachgewiesen worden, aber in Variantengruppen, „die durch derart selten auftretende Zwischenglieder mit der kosmopolitisch oder fast kosmopolitisch verbreiteten Mutterart verbunden sind, daß man oft geneigt ist, sie als besondere bipolare Art aufzufassen.“

Die Andeutungen, die uns die Hydroiden über die Entstehung artlicher Bipolarität geben, müssen deswegen noch größeres Interesse beanspruchen, da sie eine sehr natürliche Erklärung des Phänomens darbieten. Wir brauchen nicht mehr theoretische Wanderungen der Art von Pol zu Pol durch die zwischenliegende Tiefsee anzunehmen (eine Theorie, die sich auch nicht beweisen läßt); wir brauchen auch nicht unsere Zuflucht zu jener erdgeschichtlich kaum haltbaren Theorie zu nehmen, nach der Arten, die ursprünglich überall in den Meeren niedriger Breitengrade lebten, durch später entstandene tropische Verhältnisse der äquatorialen Gegend in zwei Individuengruppen gespalten worden sind, die wegen der für sie ungünstigen Verhältnisse tropischer Meere nach den polaren Gebieten immer weiter geflüchtet und doch ihre artlichen Charaktere unverändertlich beibehalten haben. Es läßt sich wegen der gesetzlichen Verteilung der Varianten nicht mehr bestreiten, daß die Richtung der fluktuierenden Variation oft durch äußere biophysikalische Faktoren geregelt wird. Wir können auch mit Sicherheit behaupten, daß gewisse, biophysikalisch schroffere Grenzen auf die Variation in der Weise einwirken können, daß einige Variationsformen numerisch seltener auftreten, und daß die fluktuierende Variation in solchen Fällen anscheinend in eine sprunghaft übergeht. Hierdurch nimmt die Form dann auch vielmehr den Charakter einer besonderen „Art“ an. Wenn nun die Organismen komplizierter als die Hydroiden gebaut sind, werden auch die Variationsmöglichkeiten und Variationen mannigfaltiger, und sie geben dann viel leichter zur Entstehung der „bipolaren Art“ Anlaß.

Brochs Seefedernbearbeitung hat kein allgemeineres Resultat gezeitigt, da nur eine Art vorlag.

Fischer, Geophyren. 10 von den 22 Arten des Verzeichnisses sind circummundan, meist innerhalb der Tropen. 9 der Arten sind endemisch. „So weist also das Verbreitungsgebiet der meisten Arten unserer Fauna auf eine Verwandtschaft dieser Arten mit denen

der Ostküste Afrikas hin. Nur zwei haben sich wahrscheinlich vom Mittelmeer aus hierher verbreitet, eine Form ist aus den nordischen Gewässern in das Tiefseegebiet unserer Flora eingewandert.“

Ströbel: Pusionella. Die Gattung ist auf die Westküste von Afrika beschränkt.

Kochler und Clark: Echinoderma.

Die sehr umfassenden und mit ausgezeichneten Tafeln versehenen Abhandlungen über Stachelhäuter sollen bei der Besprechung späterer Abteilungen des Gesamtwerkes vergleichend referiert werden.

Thilo Krumbach, Rovigno.

N. Svedelius, Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei *Nitophyllum punctatum*. (Ber. d. d. Bot. Ges. Bd. XXXII, Heft 1.)

Ders., Über Sporen an Geschlechtspflanzen von *Nitophyllum punctatum*. Ein Beitrag zur Frage des Generationswechsels der Florideen. Ebenda, Bd. XXXII, Heft 2.

Ders., Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über *Scinaia furcellata*. Ein Beitrag zur Frage der Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen. (Nova acta reg. soc. scient. Upsal. Ser. IV, Vol. 4, Nr. 4.)

Die hier angeführten Arbeiten des schwedischen Forschers liefern die noch fehlenden Beweisstücke für die Richtigkeit des Generationswechsels bei den Florideen im Sinne *Yamanouchis*. In der ersten Arbeit fand *Svedelius*, daß in den mehrkernigen Tetrasporangiumanlagen von *Nitophyllum punctatum* eine lebhafte Kernteilung stattfindet, die bis über ein Dutzend Kerne liefert. Während die Mehrzahl degeneriert, laufen andere die Prophasen zu einer Reduktionsteilung durch. Doch nur ein einziger Kern geht die Reduktionsteilung wirklich ein und liefert die 4 Tetrasporenkerne mit haploider Chromosomenzahl.

Nun fand *Svedelius* Nitophyllumpflanzen, die zugleich Cystocarpium und Tetrasporen führten, und er benutzte dieses langgesuchte Material, um zu sehen, ob auch hier Reduktionsteilung in den Tetrasporangiumanlagen vorliegt. Wiewohl nun die Vorgänge sich genau wie an reinen Tetrasporenpflanzen abspielen, geht der schließlich allein übrigbleibende Kern doch keine Reduktionsteilung ein, weil er schon die einfache Chromosomenzahl aufweist. Die ganze Pflanze ist ein haploides weibliches Individuum, das nach normaler Befruchtung die diploide Generation, den Sporophyt, hervorbringt, und die Sporenbildung (Tetrasporen) auf der weiblichen Pflanze findet ohne Reduktionsteilung statt, weshalb sie *Svedelius* als haploide Monosporen bezeichnet.

Diese ungeschlechtlichen Vermehrungsorgane auf der weiblichen Pflanze von *Nitophyllum punctatum* können daher nicht die Yamanouchische Auffassung von dem Generationswechsel der Florideen erschüttern. Freilich bleibt noch ungeklärt, wie echte auf Geschlechtspflanzen vorkommende Tetrasporen sich zytologisch verhalten.

Der Klärung der Generationswechselverhältnisse bei den Florideen dienen auch die schönen Untersuchungen an *Scinaia furcellata*. *Svedelius* wählte diese Pflanze als Vertreter jener Gruppe von Rotalgen (Nemalionales), welche keine Tetrasporangien ausbilden. Da konnte nun *Sv.* nachweisen, daß die Reduktionsteilung, die ja sonst in der Tetrasporangiumanlage eintritt, hier

die erste Teilung des durch die Befruchtung entstandenen diploiden Kernes ist, wobei 4 Zellkerne entstehen, von denen nur einer sich weiter entwickelt und die Gonimoblaste und in der Folge die Karposporen liefert, die hier somit nur die halbe Chromosomenzahl führen. Sämtliche Individuen sind also von einer und derselben Art, monöcische haploide Geschlechtsindividuen.

Svedelius nennt Florideen mit diesem Reduktions- und Generationswechseltypus haplobiontische Florideen, zum Unterschiede von diplobiontischen Florideen, bei denen neben haploiden Geschlechtsindividuen auch diploide Tetrasporenindividuen vorhanden sind. Nach der Auffassung des Autors ist der haplobiontische Generationswechseltypus ursprünglicher als der diplobiontische, „der als aus dem ersteren durch Aufschub der Reduktionsteilung entstanden gedacht werden kann, wobei aus den nun diploiden Karposporen diploide Individuen hervorgehen“.

J. Schiller, Wien.

Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. I. Band, Lieferung 5. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1915. XI, S. 465—602. Preis M. 5,—.

Das zuletzt in Jahrg. III Heft 43 (22. Oktober 1915) genannte Werk von *Hayek* schreitet mit erfreulicher Rüstigkeit vorwärts. Mit der vorliegenden Lieferung ist der 1. Band vollendet. Sie enthält die Schilderung Ungarns, wird also besonders für Reichsdeutsche wertvoll, denen es meist nicht möglich ist, die in der Landessprache geschriebene Literatur zu verfolgen. Man merkt, welch erhebliche Fortschritte die floristische Erschließung Ungarns in den letzten Dezennien gemacht hat. Zugleich hat die rasch zunehmende Intensität der Landeskultur die Pflanzendecke tiefgehend verändert. Gerade diese Wandlungen hebt *Hayek* überall hervor; dadurch findet man den nötigen Abstand den älteren Schilderungen gegenüber. Aber *Kerners* meisterhafte Vegetationsgemälde in seinem „Pflanzenleben der Donauländer“ (1863) gewinnen im Lichte dieser Gegenwartsbilder noch an Wert und machen die heutigen Zustände erst verständlich.

Der Band schließt mit reichhaltigen Registern.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

Schumburg, Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Sammlung aus Natur und Geisteswelt, 251. Bändchen, 3. Aufl. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. VI, 104 S. und 4 Abbildungen. Preis geh. M. 1,—, geb. M. 1,25.

Unter den zahlreichen Schriften, die den gebildeten Laien über das Wesen der Geschlechtskrankheiten, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung aufklären wollen, ist das in der Teubnerschen Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“ jetzt schon in 3. Auflage erscheinende Schumburgsche Werkchen zweifellos eines der besten. Frei von Übertreibung und moralisierenden Phrasen bringt es nicht mehr, als der Laie von diesen Dingen zu wissen braucht, das aber zuverlässig und richtig. Das einzige, was vielleicht nicht in das Buch gehört, ist das durch die tatsächlichen Verhältnisse wenig gerechtfertigte Eintreten des Verfassers für die Bordelle, die sich in Wirklichkeit noch nirgends als hygienisches Schutzmittel erwiesen haben. Sonst aber kann man das Buch unbedenklich auch für die reifere Jugend zur Verbreitung empfehlen.

A. Blaschko, Berlin.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Rütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

MAR 20 1916

Heft 6.

11. Februar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Theodor Boveri. Von Prof. Dr. F. Baltzer, Würzburg. S. 69.

Die Wirkungsweise und das Anwendungsgebiet der Kreislumpen. Von Dipl.-Ing. W. Roßbach, Dresden. S. 73.

Ein Novum unter den Algen. Von Dr. J. Schiller Wien. S. 78.

Mitteilungen zur Geschichte der Zoologie. S. 80.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, der Heidelberger

Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften der Königlich Bayrischen Akademie der Wissenschaften. S. 81—83.

Zeitschriftenscha (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für Instrumentenkunde. S. 83.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. S. 83.

Zeitschrift für Elektrochemie. S. 83.

Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. S. 84.

Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte S. 84.

Für

chemische und elektrochemische Industrie

Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,
günstige Produktionsbedingungen,
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-
sorgungsgebiet der Sächsischen
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft
im Südwesten des
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen

Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen

Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

Prof. Dr. Gustav Lindau

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band: **Die höheren Pilze (Basidiomyceten)**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Preis M. 6,60; in Leinwand gebunden M. 7,40

Zweiter Band: **Die mikroskopischen Pilze**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Dritter Band: **Die Flechten**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II: **Die Algen**

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; in Leinw. geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; in Leinw. geb. M. 7,40

Fünfter Band: **Die Laubmoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80

Sechster Band: **Die Torf- und Lebermoose**

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

Die Farnpflanzen (Pteridophyta)

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20

Der III. Teil von Band IV, mit dem das Werk abgeschlossen sein wird, befindet sich in Vorbereitung.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

11. Februar 1916.

Heft 6.

Theodor Boveri.

Von Prof. Dr. F. Baltzer, Würzburg.

Am 15. Oktober 1915 starb, erst im Anfang der Fünfziger stehend, *Th. Boveri*, seit 22 Jahren Ordinarius für Zoologie und vergleichende Anatomie an der Universität Würzburg.

Boveris wissenschaftliche Eigenart spiegelt sich klar und umfangreich in seinen Schriften wieder, und man kann nach ihnen ein Bild seiner Bedeutung als Biologe gewinnen. Doch wird, wer ihn gekannt hat, das Ungenügen eines solchen Bildes bald fühlen; das mannigfaltige persönliche Wesen des Mannes fehlt. Müssen die wissenschaftlichen Leistungen als bewundernswert und außerordentlich gelten, wer mit *Boveri* in näherer persönlicher Berührung stand, wird nicht nur sie, er wird daneben den seltenen persönlichen Charakter des Verstorbenen geschildert wünschen, oder zum mindesten die Wirkung des Lehrers, die von Wissenschaft und Charakter in gleichem Maße befruchtet wird.

Boveri war nicht nur ein weithervorragender und besonders veranlagter Zoologe, er war gleichzeitig eine vornehme, tiefinnerliche Natur mit bedeutenden Überzeugungen, mit starkem künstlerischen Einschlag. Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, in welchem Maße die wissenschaftlichen und die menschlichen Seiten sich gegenseitig im Wert gesteigert haben. An seinen Überzeugungen und Äußerungen fiel die große innere Freiheit auf, aus der sie hervorgingen. Sie gab dem, was er sagte, etwas Unabhängiges, Unmittelbares und Erlebtes, seine Meinungen blieben fern jeder Schablone und erschienen, da sie von Grund aus durchdacht waren und nichts Fremdes enthielten, anregend auch dort, wo sie sich auf gewöhnlichen Gedankengängen bewegten. Der ruhige, eher untersetzte und äußerlich etwas schwerfällige Mann, dessen Bedeutung aus dem klaren, prüfenden Blick und der Abgewogenheit seines Gesprächs erkannt werden konnte, entwickelte mitunter eine erstaunliche geistige Lebendigkeit.

Den Besucher empfingen in *Boveris* Arbeitszimmer große und ungewöhnlich eindrucksvolle Bilder des Forum Romanum und der Engelsburg; seine Bibliothek führte ihn durch die Literatur mehrerer Sprachen; die Unterhaltung wandte sich bald aus wissenschaftlichen Gebieten hinaus, mit Vorliebe zu den Künsten, zu Literatur und humanistischen Gebieten menschlichen Geistes überhaupt. Daß ein solcher Mann nicht nur mit wissenschaftlichen Gedanken, sondern auch mit den reichen Eigenschaften der Persönlich-

keit auf seine Schüler einwirkte, kann nicht wundernehmen, und gerade die Berührungspunkte, die nicht im engeren Gebiet der eigenen Wissenschaft lagen, haben den Verkehr des Lehrers mit den Schülern mehr als gewöhnlich vertieft. Es war zwar der Ton des täglichen Verkehrs gemäßigt, und nicht immer wurde er von Äußerungen persönlichen Inhalts durchbrochen. Aber so oft es geschah, trat dabei von *Boveris* Seite jene Urteilsfreiheit hervor; sie weckte die Freimütigkeit. Der Schüler brauchte weder vor der Person des Lehrers, noch der eigenen Halt zu machen. Solche Gelegenheiten, gleichsam persönliche Begegnungen, gewannen einen besonderen lebendigen Wert. Es gehört zum Charakter wenigstens der letzten zehn Jahre, daß sich *Boveris* Wesen nur Schritt für Schritt und vielleicht auch mit Perioden des Stillschweigens dem Schüler erschloß, so daß die tieferen Quellen des Verkehrs lange verborgen blieben. Dies aber brachte wiederum mit sich, daß immer neue gemeinsame Gebiete — man kann sagen — entdeckt wurden, daß die persönlichen Beziehungen sich immer weiter entwickeln konnten. Es gab keine Stufe, an der sie Halt machten; sie standen manchmal scheinbar, aber niemals wirklich still, ein Zeugnis von dem Reichtum, den *Boveri* zu verschenken hatte.

In der wissenschaftlichen Materie und im täglichen Laboratoriumsverkehr herrschte eine kühle, geschärfte und je weiter der Student gelangte, um so schärfer werdende Kritik. Sie hielt den Schüler auf dem Boden sachlicher Erwägung fest, Hypothese und Tatsache fanden scharfe Trennung. Von *Boveri* ging eine starke geistige Energie aus. Sie gab dem Institut die Prägung und teilte sich, wenigstens stückweise, dem Schüler mit. Bei den Anfänger-Arbeiten wurde Präparat um Präparat geprüft; immer wurde auch den Zeichnungen und ihrer Wahrheitstreue ein wachsameres Auge zuteil, und oft wurde das Wort, der Satz, der Stil, die Gruppierung der Niederschrift kritisch betrachtet, um so kritischer vielleicht, je größere Hoffnungen der Lehrer für den Schüler hegte. Die Zeit, die *Boveri* Tag für Tag der Erziehung seiner Schüler widmete, war eine ungewöhnlich große. — Es ist als wesentlich hervorzuheben, daß er trotzdem die Schüler nicht gängelt hat, daß er ihnen immer die Freiheit des Arbeitens ließ und zu lassen suchte. Er schätzte die Selbständigkeit, die durch die intensive Kritik und Anteilnahme wohl leicht hätte bedroht sein können. Das zeigte sich schon darin, daß er das Thema der Arbeit zu stellen liebte, ohne dem Schüler zunächst das Ziel zu zeigen. Es ergibt sich auch daraus, daß er dem ihm entwachsenden Schü-

ler selbst andere Arbeitsgebiete nahelegte. So konnte sich auch der Kreis der Diskussion über alle Gegenstände der Forschung ausbreiten, ohne an die Schranke der Autorität zu stoßen. Über Meinungen, Arbeiten und Vorträge, eigene und fremde, solche des Chefs, solche des Schülers herrschte Redefreiheit unbeschränkt. Mit diesen Eigenschaften mag zusammenhängen, daß er nicht im eigentlichen Sinne schulbildend wirkte; auf seine Schüler ging weniger ein bestimmtes Arbeitsgebiet als wissenschaftliche Denkungsart überhaupt über. Das Institut glied oft und in den letzten Jahren immer mehr einem Forschungsinstitut, wo Leute der verschiedensten Nationen kürzere oder längere Zeit gearbeitet haben. *Boveri* hat niemals versucht, in dem Schüler für die Wissenschaft oder eines ihrer Gebiete Begeisterung zu wecken. Sie stellte sich von selbst ein. Gemessen an dem hohen Maßstab, wie er überall angelegt wurde, sank zwar der Wert der eigenen Arbeit. Um so höher aber stieg gerade bei der objektiven Beurteilung der Wert der Wissenschaft selbst, um so packender, begeistern-der erschienen die großen geistigen Leistungen, um so bewunderungswürdiger ihre Träger.

Die Schilderung des Zusammenhanges zwischen Lehrer und Schüler ist damit nur in den allgemeinsten Zügen gegeben und entbehrt in dem hier gebotenen engen Raum der vielen Einzelheiten, die das Bild beleben könnten und Beispiele bedeuteten. Um noch den Grundton überhaupt hinzuzufügen, muß gesagt werden, mit welchem Interesse *Boveri* der wissenschaftlichen Entwicklung und der Laufbahn seiner Schüler folgte, mit wieviel Wohlwollen, ja oft Zuneigung er zu ihnen erfüllt war und mit welcher Entschiedenheit er sich für sie einsetzte, wenn es etwas zu erreichen galt. Er konnte vielleicht jahrelang sich über den Fähigkeiten eines Schülers kritischen Erwägungen hingeben, er konnte wohl auch einmal wissenschaftlich und persönlich an Vorurteilen hängen bleiben, die menschliche Sympathie oder — wenn die Charaktere zu verschieden geartet waren — wenigstens ein großes, gütiges Interesse blieb davon unberührt. Stand dann einmal die wissenschaftliche Beurteilung fest, so war sie unabhängig von persönlicher Annäherung oder Entfernung. Das war die wichtige Grundlage des ungewöhnlichen Zutrauens, das ihm alle entgegenbringen konnten.

Van't Hoff hat in einer Rede (1887) die wesentliche Rolle der Phantasie bei bedeutenden Forschern untersucht. Welchen Anteil sie und das damit verbundene künstlerische Wesen bei *Boveri* gehabt hat, muß hier erwähnt werden; eine Neigung zu künstlerischer Betrachtung wird bei ihm vielfältig offenbar. Er war malerisch und musikalisch begabt. Eine ganze Reihe kleinerer Ölgemälde und Zeichnungen geben neben den vortrefflichen Bildern seiner Schriften von seinem Talent ein Zeugnis. Die Gemälde mögen technisch unvollkommen sein — in der Auffassung,

in dem Bemühen um oft schwierige Probleme der Landschaftsmalerei sind sie mehr als Arbeiten eines Dilettanten. Er hat sich um sie mit dem gleichen Ernst bemüht, der ihn überall charakterisierte.

Die Phantasie ist bei der Konzeption seiner wissenschaftlichen Beweisführungen stark beteiligt, die künstlerische Fähigkeit bei der wissenschaftlichen Form. Unscheinbare Tatsachen rufen oft die Reihen seiner Experimente hervor, wo gleichsam zuerst das Spiel der Phantasie die Möglichkeit erfassen mußte, bevor die gestrenge logische Argumentation einsetzen konnte. — Trotz dieser Seiten seines Wesens aber ist er in seinen Arbeiten der Forscher des sachlichen und zurückhaltenden Typus, dessen Gedankenketten und Versuchsreihen sich in scheinbar mühelosem Fluß, in wohlherwogenem, ja kunstvoll geschriebenem Stil, in durchdachtester fertigster Form vor dem Leser ausbreiten. Jeder Gedanke ist zu Ende verfolgt, für jedes Resultat sind die Gegengründe erwogen. Abschnitt um Abschnitt hat dieselbe geistige Durcharbeitung erfahren. Mit diesen Eigenschaften machen viele seiner Arbeiten den Eindruck des Abschießenden.

Bei *Boveri* verbindet sich schärfste Beobachtung und Kritik mit weitgehender, kühner theoretischer Kombination und mit einem ganz besonderen Spürsinn für den Weg, wie die Natur zu befragen sei. Die theoretische Kombination sicherte ihm große Probleme, die Beobachtungsschärfe erweiterte ihm den Tatbestand in breitem Maß. Der Spürsinn aber, dies Zusammenwirken der Phantasie und des wissenschaftlichen Verstandes, führte ihn auf den neuen Weg, den die Beweisführung gehen konnte. Man kann an *Boveris* Arbeiten deutlich eine Steigerung wahrnehmen, wie immer stärker die theoretische Analyse und die logische Argumentation die Herrschaft in seinen Arbeiten erlangen, die Experimente selbst immer mehr gleichsam als Dienerinnen das theoretische Gebäude bewohnen.

Die Überlegenheit der Schriften *Boveris*, gemessen am gewöhnlichen Maßstab, tritt schon in den frühesten Werken vom Ende der 80er Jahre hervor. Er müht sich um fundamentale Vererbungsprobleme und damit zusammenhängende Fragen der Zellenlehre. Andererseits sind es auf vergleichend morphologischem Gebiet weitreichende Homologien bei den Wirbeltieren und ihrem nächsten, niederen Verwandten, dem Amphioxus. Die Zellenstudien I—III und die Schrift über die Nierenkanälchen des Amphioxus stammen aus jenen Jahren. Die Hypothese der Chromosomenindividualität ist das Resultat der cytologischen Arbeit. Es müssen, schreibt er, die chromatischen Elemente, die Chromosomen, als „elementarste Organismen“ betrachtet werden, „die in der Zelle eine selbständige Existenz führen“. „Ob diese Hypothese,“ sagt er in einem zusammenfassenden, ausgezeichnet klaren Vortrag

des Jahres 1904¹⁾), „in ihrem wesentlichen Inhalt richtig ist oder nicht, dies ist eine fundamentale Frage für die weitere Erforschung des Chromatins.“ So kennzeichnet er selbst die Tragweite des Problems; er hat sie als erster scharf gefaßt, wenn auch das Fundament dafür außer von ihm auch von *Rabl* und *van Beneden* gelegt worden ist.

Boveri hat die rein zellulären Probleme bald mit Vererbungsfragen verknüpft. Seine erste experimentelle Arbeit geht in dieser Richtung. *O. und R. Hertwig* hatten gezeigt, daß man unbefruchtete Seeigeleier durch Schütteln in Stücke zerteilen kann, von denen nur eines den Eikern enthält, während die anderen kernlos sind. Die beiden Autoren hatten auch schon beobachtet, daß solche kernlose Fragmente befruchtet werden und ihre Entwicklung beginnen können. — Diesen Tatbestand kombinierte *Boveri* mit einer Bastardierung. Er befruchtete — das war das Neue und Wesentliche — solche kernlose Fragmente mit dem Samen einer anderen Seeigelspezies, deren Larve sich u. a. durch ihr Kalkskelett von der Spezies des Eifragments unterscheidet. Die sich bei diesem Experiment entwickelnden Keime enthalten in ihren Kernen nur väterliches, nicht aber mütterliches Chromatin. Also mußte von ihnen ein Entscheid darüber zu erwarten sein, ob *nur* der Kern die Eigenschaften der Eltern überträgt — in diesem Falle durften die Larven nur die Charaktere der Spezies des Spermas aufweisen —, oder ob bei der Vererbung auch das Plasma beteiligt ist; dann mußte die Larve gemischte Charaktere tragen, wie es bei der normalen Bastardierung der beiden Spezies zu beobachten ist. Das Experiment hat den Ausgang gehabt, der nach der damals schon mehrfach vertretenen Ansicht von der entscheidenden Rolle des Kernes bei der Vererbung (*O. Hertwig, Straßburger*) zu erwarten war. Die Larven waren väterlich. Der Schlüssigkeit aber wurde nachträglich dadurch Abbruch getan, daß sich die Verschiedenheit der Larven beider Versuchsspezies nicht immer als genügend auswies. Trotzdem hat die Versuchsanordnung, die später oft benutzt worden ist, ihren großen heuristischen Wert nicht verloren.

Boveri ist in jenen Jahren der Meinung, alle Chromosomen, die bei der Kernteilung aus dem Kern hervorgehen, seien einander gleichwertig. Er verläßt diese Anschauung zugunsten einer qualitativen Verschiedenwertigkeit der Chromosomen, einer Annahme, die nicht nur für die Kenntnis der Zelle, sondern ebenso sehr für die Vererbungslehre von größter Bedeutung ist, da man nach der Ansicht vieler Autoren das Chromatin als die Vererbungssubstanz im eigentlichen Sinne betrachtet. Den Beweis für diese Hypo-

these hat *Boveri* durch höchst geistvolle und kunstreiche Experimente an doppelt befruchteten Seeigeleiern geliefert.

Ein Ei wird unter gewöhnlichen Umständen nur von einem Spermatozoon befruchtet, und es entsteht in ihm die gewöhnliche zweipolige mitotische Kernteilungsfigur. Unter gewissen Umständen aber, nämlich dann, wenn sehr viel Sperma zur Befruchtung verwendet wird, dringen gleichzeitig zwei Spermien in das Ei ein. Meistens entsteht dann in der Folge statt einer zweipoligen eine vierpolige Kernteilung, ein Tetraster; das Ei zerfällt simultan in 4 Tochterblastomeren, es bildet einen Simultanvierer. Von verschiedener Seite war beobachtet worden, daß diese Simultanvierer in fast allen Fällen als Zellenhaufen, als pathologische Blastulae oder Gastrulae zugrunde gehen und keine normal ausgebildeten Seeigellarven mit dem charakteristisch geformten Skelett bilden. Dieses unscheinbare Faktum hob *Boveri* heraus. „Schon seit Jahren“, schreibt er in der großen Studie über die Entwicklung dispermer Seeigeleier¹⁾, „schien mir hier ein Problem vorzuliegen, dessen Analyse tiefere Einblicke in das Triebwerk der Embryonalentwicklung erlauben müßte . . . und der Kreis von Möglichkeiten, die von vornherein für die pathologische Wirkung der Überfruchtung in Betracht kommen konnten, schien sich dabei immer mehr einzuschränken.“ Er suchte die Erklärung darin, daß die 4 Zellen des Simultanvierers sich in ihrem Chromosomenbestand unterscheiden, eine Ansicht, die auf seiner Überzeugung von der großen Bedeutung des Chromatins im ontogenetischen Geschehen beruhte, zu der er durch die früheren Versuche, zumal an den Fragmenten, gelangt war, eine Erklärung, die aber nur dann bestehen konnte, wenn ihr als Voraussetzung die Annahme der qualitativen Verschiedenheit der Chromosomen vorausging. — Die Beweisführung für diese Hypothese der Verschiedenwertigkeit der Chromosomen erforderte eine lange Kette, ja ein ganzes Gebäude von Experimenten. Wir müssen uns versagen, auf ihre Schilderung einzugehen. Manche, wie diejenigen über das Verhältnis zwischen Kerngröße, Zellenzahl und Chromosomenzahl (Zellenstudie 5, 1905), besitzen selbständige Bedeutung. Die allgemeine Wichtigkeit des ganzen Arbeitsfeldes dispermer Versuche überhaupt aber sei ungefähr mit *Boveris* eigenen Worten wiedergegeben, die zugleich zeigen können, wie scharf der Autor selbst das Prinzipielle der langwierigen und äußerst mühseligen Arbeiten heraushob. „Was man schon bisher vielfach aus der Morphologie der Kernteilung erschlossen hat: eine Verschiedenwertigkeit der Chromosomen, ist jetzt bewiesen und damit ein erster Schritt getan zur Erforschung der physiologischen Konstitution des Zellkerns . . . , eine Analyse, die den jetzigen Methoden der physiologischen Chemie völlig unzugänglich ist. Die Bio-

¹⁾ Erweitert erschienen als „Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns“. G. Fischer, Jena.

¹⁾ Zellenstudie 6 des Jahres 1907.

logie verfügt hier über analysierende Mittel von weit überlegener Feinheit.“

Zu diesem imposanten und die Eigenschaften ihres Autors wohl am glänzendsten zeigenden Werk hat Boveri selbst ein Gegenstück geliefert in seiner Untersuchung über „die Potenzen der Ascaris-Blastomeren bei abgeänderter Furchung“ (1910). Die Kenntnis von der spezifischen Rolle des Chromatins und des Plasmas bei den Entwicklungsvorgängen ist durch sie wiederum ein wesentliches Stück vorwärts getrieben worden. Es beruht das vor allem auf den besonderen und anders gearteten Eigenschaften des neuen Untersuchungsobjektes. In seiner Wahl liegt schon eine wichtige Vorbedingung für die Erweiterung der Erkenntnis. Die Furchung ist bei Ascaris spezialisierter als bei den Echiniden. Die einzelnen Zellen furchen sich in bestimmter Weise. Sie sind nach Lage, Verhalten und Struktur voneinander spezifisch verschieden. Aus den einzelnen Zellen der ersten Furchungsstadien gehen ganz bestimmte Teile des Embryos hervor. Aber auch das Verhalten des Chromatins zeigt ganz bestimmte Eigentümlichkeiten, die Boveri selbst bereits vor Jahren entdeckt hatte. In allen Zellen, aus denen sich das Soma des Wurmes zusammensetzt, wird durch einen als Diminution bezeichneten Vorgang ein Teil des Chromatins aus dem Entwicklungsprozeß ausgeschaltet. Nur den Zellen der Keimbahn, die später die Fortpflanzungszellen hervorbringen, bleibt der ganze Chromatinbestand gewahrt. Diese Erscheinung konnte als Erkenntnismittel besonderer Art für die Beziehung zwischen Kern und Plasma dienen.

Wiederum ist bei dieser Arbeit die experimentelle Methodik mannigfaltig, um neue Wege nicht verlegen und durchaus zielbewußt. Boveri zog in erster Linie wieder die Entwicklung dispermer Eier zur Analyse heran. Es sei erwähnt, daß er darin in *Zur Strassen* einen Vorgänger hatte, der auf Grund seiner Untersuchung allerdings zu entgegengesetzten Schlüssen gelangt war. Aber die Analyse der dispermen Keime genügt nicht; mit ihr werden die Erfahrungen verknüpft über die Entwicklung bestimmt zentrifugierter Eier und solcher Keime, von denen bestimmte Zellen durch ultraviolettes Licht zerstört worden waren.

Die leitende Anschauung bei Ersinnen aller dieser Versuche war — entgegen *Zur Strassen* —, daß die schädlichen Folgen der Dispermie bei Ascaris nicht wie bei den Echiniden dadurch bewirkt werden, „daß der Chromatinbestand unrichtig kombiniert ist; es sind vielmehr unrichtige plasmatische Qualitäten des sich entwickelnden Zellenkomplexes, welche verderblich wirken“. Diese Sätze zeigen, daß Boveri die Ergebnisse der Arbeit mit dispermen Seeigellarven keineswegs schematisch auf andere Objekte ausgedehnt wissen wollte. Er nähert sich mit ihnen den von anderer Seite oft betonten Vorstellungen über die wesent-

liche Rolle des Plasmas. Zugleich gelangt er aber mit seinen Versuchen über jene Vorstellungen hinaus, denn es gelingt ihm, sie um ein Stück genauer festzulegen. Es ist bei Ascaris, wie seine Versuche zeigen, „die Beschaffenheit des Plasmas . . ., welche das Schicksal der in ihr liegenden Chromosomen bestimmt“. Nicht die Chromosomen unterliegen einer qualitativ ungleichen Teilung und bilden dadurch die Ursache für die besondere Entwicklungsrichtung der sie enthaltenden Zellen. Die Ascaris-Ontogenese ist gerade hierfür lehrreich. Es ist vielmehr bei Ascaris zunächst das differente Plasma, welches in den einen Zellen die Urchromosomen unverändert weiter bestehen läßt, während es sie in anderen zu somatischen Chromosomen umformt. Rückwirkend aber „darf fast mit Bestimmtheit angenommen werden“, ist es wiederum das verschiedene Chromatin, welches die einen Zellen zu Somazellen, die anderen zu Fortpflanzungszellen stempelt. Damit verbindet der Autor die neuen Ergebnisse mit dem an den Seeigeln gewonnenen Standpunkt; „so scheint mir,“ fügt er bei, „der Fall von Ascaris ein einfachstes Paradigma dafür darzustellen, wie die Wechselwirkung von Protoplasma und Kern in der Ontogenese zu denken ist und auf welche Weise die schließlich so gewaltigen Verschiedenheiten der entstehenden Zellen hervorgehen können“.

Der hier zur Verfügung stehende Raum erlaubt mir nicht, auf die lange Reihe der wissenschaftlichen Arbeiten Boveris weiter einzugehen. Um die Arbeiten über die Eigenschaften des Chromatins und seine Rolle bei den Vererbungsprozessen gruppieren sich andere über den Eibau, über die Mechanik der Zell- und Kernteilung, teilweise auf rein beobachtender, teilweise auf experimenteller Grundlage aufgebaut. Sie gehören wiederum zum Besten und Durchdachtesten, was über diese Fragen existiert. Wohl hätte Boveri mit Stolz von sich sagen können, daß ein wohlumrissener, grundlegender und fruchtbarer Teil des Gebäudes der Zellen- und Vererbungslehre als sein Werk zu betrachten sei, daß er ihr kühne, gesicherte und fruchtbare Theorien und zahllose wertvolle Tatsachen gegeben habe. Er war wie wenige in die Tiefe biologischer Probleme eingedrungen. Ohne Zweifel hängt damit zusammen, daß er, überzeugt von der fundamentalen Bedeutung der Fragen, denen er seine Arbeit zuwandte, die Grenzen seiner Arbeitsgebiete beschränkte, daß er sie enger als seine allgemeinbiologischen Interessen zog. Die Zoologie, äußerte er einmal in Hinsicht auf die exakten Naturwissenschaften, gehe weniger in die Tiefe als in die Breite. — Boveris Wesen, sein Ziel und sein Erfolg aber war die Tiefe.

Die Schilderung von Boveris literarischem Schaffen wäre unvollständig, wendeten wir uns nicht zum Schluß noch der Gedächtnisrede¹⁾ zu,

¹⁾ Verh. des VIII. internationalen Zoologenkongresses in Graz.

die *Boveri* auf *Anton Dohrn*, den Begründer der zoologischen Station zu Neapel, gehalten hat. Sie zeigt uns öffentlich die persönliche Seite seines Wesens. *Boveri* hat nicht nur *Dohrn*, sondern auch sich selbst damit ein literarisches Denkmal gesetzt. Wir finden in der Rede ein Stück tiefen menschlichen Reichtums in vollendeter, ja künstlerischer Sprache; wir finden eine gedankenreiche Schilderung der an Entdeckerfreuden so reichen Zeit zoologischer Forschung, die er selbst Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre an der zoologischen Station miterlebte, umgeben von einer glänzenden südlichen Landschaft und in täglicher unmittelbarer Berührung mit der reichen Tierwelt des Meeres. Nicht zuletzt aber gibt die Rede auch einen Begriff der hohen Charakterisierungskunst, die hier ohne jede Schönfärberei zu einer Schilderung des Gründers der Station verwandt wurde. Die beiden Männer waren nicht an Wesen gleich: *Dohrn* eine impulsive, kampf-lustige, organisatorische Natur; *Boveri* von zurückhaltendem Wesen mit Begabungen spezifisch forschender, wissenschaftlicher Art. Wer diese Verschiedenheiten bedenkt, wer zugleich erwägt, wie tief und treffend *Boveri* das Wesen *Dohrns* in seiner Rede zu schildern vermochte, der erkennt, wie bedeutend und geistig frei *Boveri* gewesen ist.

Die Wirkungsweise und das Anwendungsgebiet der Kreiselpumpen.

Von Dipl.-Ing. W. Roßbach, Dresden.

Es gibt wohl gegenwärtig kaum einen Industriezweig mehr, in welchem nicht die Kreiselpumpe Verwendung finden kann und bereits schon Verwendung gefunden hätte. Ihre Vorzüge treten besonders in Erscheinung, wenn es sich um große Leistungen handelt; die Kolbenpumpe würde hier zu große Abmessungen erhalten und zu teuer werden. Da die Maschinen mit hin- und hergehender Bewegung infolge der zu beschleunigenden und wieder zu verzögernden Massen wechselnden Kräften unterworfen sind, die sich mit wachsender Leistung aus Gründen der Betriebssicherheit dem Bestreben des modernen Maschinenbaues, hohe Betriebsgeschwindigkeiten anzuwenden, nicht anpassen ließen, ging man zur umlaufenden Bewegung über, die wegen der vollkommen gleichmäßigen Kraftwirkung eine höhere Entwicklungsstufe darstellt. Die umlaufende Bewegung bietet dazu den Vorteil einfacher Konstruktion; es fehlen die Organe zur Steuerung, u. h. zur Unterbrechung der Zu- und Abführung des Treib- bzw. Fördermittels (wie Schieber, Ventile, Hähne) sowie die zur Beruhigung der Energiezu- und -abfuhr und der Massenbewegung (wie Schwungrad, Windkessel usw.), außerdem der Kurbeltrieb, der große Reibungs- und Ölverluste bedingt.

Die Entwicklung der rotierenden Arbeitsmaschinen konnte natürlich nur erfolgreich sein, nachdem man einen geeigneten Antriebsmotor zur Verfügung hatte. Erst nachdem die Dampfturbine als Krafterzeuger an sich und als Erzeuger elektrischer Kraft für große und größte Leistungen die Kolbendampfmaschine fast gänzlich verdrängt und Hand in Hand mit ihrer Entwicklung die Elektrotechnik schnellaufende elektrische Maschinen geschaffen hatte, stand der Verwendung der Kreiselpumpe der Weg offen. Die durch die Zentralisation des Kraftbetriebes in den modernen Elektrizitätszentralen erzielte elektrische Kraftübertragung großen Maßstabes ermöglichte die Verwendung schnellaufender elektrischer Maschinen zum Antrieb von Kreiselpumpen bis herunter zu den kleinsten Leistungen, die Dampfturbine gestattete die Anwendung rotierender Pumpmaschinen bis zu den größten Einheiten.

Trotzdem die ausgedehntere Anwendung der Kreiselpumpen erst etwa $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnte alt ist, blickt diese Pumpenart bereits auf ein recht ansehnliches Alter zurück. Bereits *Dénis Papin* beschäftigte sich zu Ende des 17. Jahrhunderts mit der Konstruktion einer Art Zentrifugalpumpe. Er kam aber naturgemäß zu keinem brauchbaren Resultat, vor allem deshalb, weil er nicht imstande war, die nötigen hohen Umdrehungszahlen mit den ihm zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln zu erreichen. Im Laufe des 18. Jahrhunderts sind dann noch wiederholt erfolglose Versuche gemacht worden, und erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts meldete der Amerikaner *J. Gwynnes* ein Patent an auf eine Pumpe, welche zum ersten Mal die Hintereinanderschaltung mehrerer Laufräder zeigte, jedoch ohne Anwendung eines Leitapparates für die Umleitung von einer Stufe zur nächsten. Dies geschah erst 1875 durch *Osborne Reynolds*, der auf den Gedanken kam, die schon damals bei Wasserturbinen üblichen, sorgfältig durchkonstruierten Leitapparate auch bei ihrer Umkehrung, der Turbinenpumpe, zu verwenden, womit der Grund zur weiteren Entwicklung gelegt war.

Jede Kreiselpumpe besteht aus einem mit der Welle rotierenden Laufrade *R* und dem umschließenden Gehäuse *G* (Fig. 1). Das Wasser oder die Förderflüssigkeit wird durch die mit Saugkorb und Fußventil *V* versehene Saugleitung *S* in die Mitte des Gehäuses geleitet und tritt an dessen Umfang durch einen Stutzen, an welchem die Druckleitung *D* angeschlossen ist, wieder aus.

Der auf dem Wasserspiegel des Brunnens lastende Atmosphärendruck treibt das Wasser aus der Saugleitung in den durch den Austritt des Wassers in den Radkanälen freiwerdenden Raum hinein; es tritt infolgedessen am inneren Radumfang ebensoviel Wasser ein als am äußeren Umfang abströmt, vorausgesetzt, daß der Atmosphärendruck genügt, um die Saughöhe sowie die durch die Strömung im Saugrohr und beim Eintritt in das Rad entstehenden hydraulischen Widerstände

zu überwinden und außerdem die Eintrittsgeschwindigkeit in das Rad zu erzeugen. Hier- von hängt die Möglichkeit des Betriebs bzw. die zulässige Größe der Saughöhe ab. Während bei Kolbenpumpen zu Beginn eines jeden Saughubes die Wassermasse im Saugrohr durch den Atmosphärendruck oder den Unterdruck im Saugwindkessel von neuem zu beschleunigen ist, und außerdem der Öffnungswiderstand des Saugventils überwunden werden muß, findet im Saugrohr der Kreiselpumpe eine gleichmäßige Strömung statt; auch ist der Widerstand des Saugventils nicht vorhanden. Die mit diesen Pumpen erzielbare Saughöhe ist daher verhältnismäßig groß, sie kann unter günstigen Verhältnissen bis 8 m betragen.

Im Laufrad erfolgt die Energieabgabe an die Förderflüssigkeit. Das Prinzip der Arbeitsübertragung besteht darin, daß durch rasche Drehung

die Wirkung dieser unliebsamen Erscheinungen zu dämpfen; man läßt zwei oder mehrere Aggregate mit versetzten Wirkungen zusammenarbeiten (doppeltwirkende, mehrfachwirkende Pumpen) und baut zur Isolierung der Bewegung Windkessel ein. Bei der Kreiselpumpe besteht mangels jeder Kraftwechsels, infolge ununterbrochener Rotation, keine Veranlassung, in zeitlich großen Intervallen die Hemmorgane (Ventile) durch Stoß zu bedrohen. Solche sind hier überhaupt nicht vorhanden; ebenso entfallen auch die Beruhigungseinrichtungen.

Je nach der Form der Laufschaufeln — im Sinne der Bewegungsrichtung vorgekrümmt, radial oder rückwärts gekrümmt — kann die Druck- erhöhung im Laufrade und damit der sog. Spalt- druck klein oder größer gehalten werden. Die der Flüssigkeit im Laufrade erteilte Geschwindig-

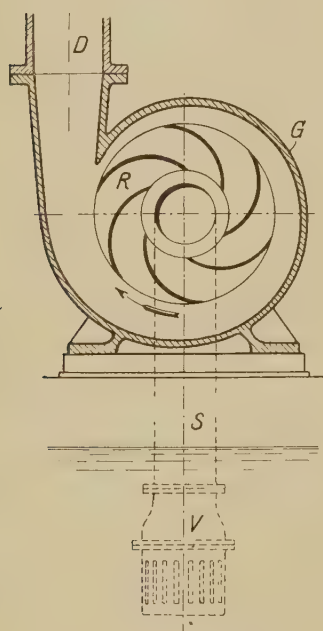


Fig. 1. Niederdruckpumpe.



Fig. 2. Hochdruckpumpe.

des Laufrades einerseits die Strömenergie der Flüssigkeit erhöht, andererseits schon im Laufrad eine Drucksteigerung bewirkt wird. Betrachtet man im Vergleiche dazu die Druckwirkung der Kolbenpumpe, so kann man sich diese auf folgende Weise entstanden denken. Durch den Kolben werden von der angesaugten Flüssigkeit sozusagen Scheiben abgetrennt, von deren Höhe bzw. Volumen die Tätigkeit der Ventile abhängig ist. Je größer die Masse der Scheiben ist, um so schwerer lassen sich deren Beschleunigungsintervalle in Einklang mit den Massenintervallen des Triebwerkes bringen, d. h. je größer diese Massen sind, desto stärker werden sich beim Druckwechsel die Erschütterungen der zurückfallenden Wassersäule für das ganze Aggregat bemerkbar machen („Schlagen“ der Kolbenpumpen). Durch Beruhigungseinrichtungen sucht man

keit ist beim Austritt aus demselben möglichst vollkommen in Druck umzusetzen. Dazu verwendet man ein spiralförmiges Gehäuse mit an das Druckrohr anschließend, kegelig zulaufendem Stutzen.

Je größer die von der Pumpe zu bewältigende Druckhöhe ist, um so größer muß die Umfangsgeschwindigkeit des Rades sein, um so größer ist auch die Geschwindigkeit, mit der das Wasser aus dem Rade tritt und das Gehäuse durchströmt, um so größer sind aber auch die Verluste durch Wasserreibung an den Wänden, die ja annähernd mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wachsen. Dazu kommt, daß sich eine stoßfreie Überführung des Wassers vom Rade bis zum Konus nur unvollkommen erzielen läßt; Wirbelbildungen und Verluste durch Ablenkung aus der Bewegungsrichtung beim Eintritt in das Gehäuse (innere Reibung) sind nicht vollständig zu vermeiden. Man führt

daher diese Anordnung gewöhnlich nur noch bei den sog. *Niederdruckpumpen*, d. h. Pumpen mit einer Förderhöhe von 20 bis 25 m, aus, wo es sich um geringe Wassergeschwindigkeiten handelt. Bei größerer Förderhöhe wird das aus dem Laufrad austretende Wasser durch einen ruhenden *Leitapparat*, einen das Laufrad umgebenden Ringraum, in das Gehäuse übergeführt (Fig. 2). Durch Anordnung von Schaufeln im Leitrad, die so geformt sein müssen, daß die aus dem Laufrad austretende Flüssigkeit keine plötzliche Ablenkung durch Stoß erfährt, wird durch allmähliche Querschnittsvergrößerung die Geschwindigkeit in Druck umgesetzt. Die Formgebung der Leitkanäle erfordert naturgemäß die größte Sorgfalt bei der Konstruktion und Ausführung, wenn man bedenkt, daß bei den modernen Turbopumpen bereits Drücke bis 150 m in einer Stufe¹⁾, bei einer absoluten Austrittsgeschwindigkeit c_2 von 30 ÷ 35 m/sec. und darüber in Frage kommen, und die ganze Energieumwandlung auf einer Strecke von einigen Zentimetern erfolgt. Größere Förderhöhen werden durch Hintereinanderschalten von mehreren Rädern erreicht (mehrstufige Pumpen). Jedes Rad drückt dem nächstfolgenden das Wasser zu, die absolute Druckzunahme zweier aufeinanderfolgender gleicher Räder ist gleich.

Die Ableitung des Wassers aus dem Laufrad geschieht bei den Kreiselpumpen in ganz ähnlicher Weise wie bei den Turbinen die Zufuhr des Treibmittels durch den Leitapparat zum Laufrad; man bezeichnet sie daher auch als Turbinenpumpen. Hydrodynamisch kann der Prozeß in der Kreiselpumpe als die Umkehrung des Vorganges in der Wasserturbine angesehen werden. Die Bauart in achsialer Anordnung, mit parallel zur Radachse gerichteter Strömung, ist bei Kreiselpumpen nicht zur Bedeutung gekommen, denn einmal kann hier im Laufrad fast nur Strömenergie auf das Wasser übertragen werden, und andererseits ist die Umsetzung in Druck im anschließenden Leitrad mangels genügender Querschnittsvergrößerung nur durch Stoß möglich, was natürlich äußerst verlustreich ist.

Wie schon erwähnt, wird die Druckerhöhung in den Kreiselpumpen teils durch die Zentrifugalkraft, teils durch die Umsetzung von Geschwindigkeit (Zwangsverzögerung) erzeugt. Beide Anteile ändern sich annähernd quadratisch mit der Umlaufzahl. Der in der Pumpe wirklich erzeugte Druck wird nämlich durch die Reibungs-, Stoß- und Wirbelungsverluste in der Pumpe verkleinert auf den außen vorhandenen Unterschied der Drucke vor und hinter der Pumpe. Zudem ändert sich der durch Umsetzung von Geschwindigkeit erzeugte Druck erheblich mit der Fördermenge. Da ferner der von einem Rade mit bestimmter Umfangsgeschwindigkeit erreichte Druck sehr verschieden ist, je nach der Form der Schaufeln, kann man nicht ohne weiteres aus der Umfangs-

geschwindigkeit auf die überwindbare Förderhöhe schließen. Wir wollen daher eine Kreiselpumpe einem Versuche unterwerfen. Wir lassen die Pumpe bei geschlossener Druckleitung an, bis die normale Drehzahl erreicht ist (was nach ca. 30—40 Sekunden eintritt), dann öffnen wir allmählich den Absperrschieber in der Druckleitung. Dabei wächst die Fördermenge und der Kraftbedarf der Pumpe. Der Versuch findet seine Grenze, wenn der Absperrschieber voll auf ist und aus Sicherheitsgründen keine Kraft mehr zugeführt werden darf. Der von der Pumpe erzeugte Druck wird gemessen, ebenso die in der Sekunde geförderte Wassermenge. Trägt man den *erzeugten Druck* in Abhängigkeit von der Fördermenge auf, dazu den aufgewendeten Kraftbedarf und den Wirkungsgrad, so gewinnt man die sog. *Kennlinien* der Pumpe, die jeder Pumpe charakteristisch sind

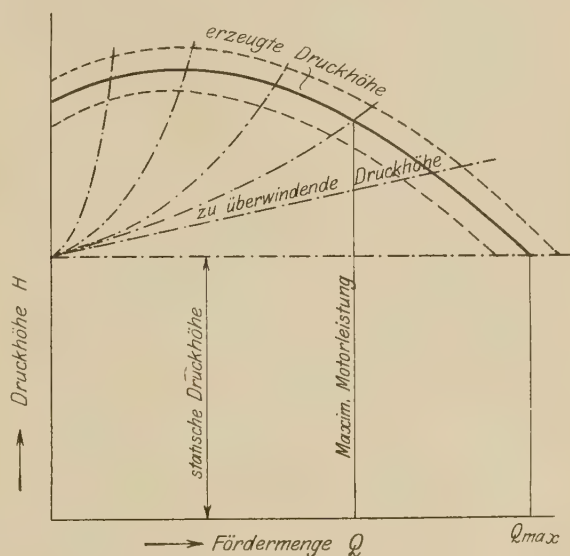


Fig. 3. Kennlinien für Kreiselpumpen.

und aus denen man ihr Verhalten unter veränderten Betriebsbedingungen beurteilen kann (Fig. 3). Bei der Fördermenge 0 hat die erzeugte Druckhöhe einen bestimmten Wert, der durch den Abschnitt der Kurve auf der Ordinatenachse gegeben ist, „Schwebezustand“ (auch bei geschlossenem Schieber sind in der Pumpe Strömungen vorhanden), mit zunehmender Wassermenge steigt der Druck erst an — bei vorwärtsgekrümmten Schaufeln stärker als bei rückwärtsgekrümmten — und sinkt dann wieder, weil innerhalb der Pumpe immer mehr Druck verloren geht. Diesen Charakter zeigt die Linie des erzeugten Druckes über der Fördermenge (H/Q Charakteristik) bei allen Turbomaschinen. Da die Drehzahl in der Regel beim praktischen Betrieb nicht konstant gehalten werden kann, ist auch für eine etwas höhere und etwas niedrigere Umlaufzahl die charakteristische Linie durch Versuch aufzunehmen, oder man ändert die Ordinaten im Verhältnis der Quadrate der Umlaufzahlen, was innerhalb kleiner Grenzen

¹⁾ Z. d. V. d. I. 1913, S. 1856.

zulässig ist. Trägt man sich noch die Linie des zu überwindenden Druckes für den jeweiligen Betriebsfall ebenfalls in Abhängigkeit von der Fördermenge ein, so gibt der Schnittpunkt beider den jeweiligen Betriebszustand an, seine Abszisse ist die geförderte Wassermenge. Je nach den besonderen Betriebsverhältnissen sind aber die Linien des zu überwindenden Druckes sehr verschieden, und damit das Verhalten der Kreiselpumpenmaschinen im Betriebe.

Der zu überwindende Druck setzt sich zusammen aus dem von der Fördermenge unabhängigen statischen Druck (von den geringen Schwankungen des Saugwasserspiegels abgesehen) und der zur Überwindung der Strömungswiderstände erforderlichen Druckhöhe, die sich sehr erheblich mit der Fördermenge ändert, nämlich quadratisch mit ihr zunimmt. Es ist im Betriebe ein beträchtlicher Unterschied, ob man eine Wasserwerkspumpe hat, die in sehr lange Leitungen drückt und deshalb, um z. B. 50 m Niveauunterschied zu überwinden, 90–100 m Druck erzeugen muß, oder ob man eine Wasserhaltungspumpe mit einer sehr kurzen Steigleitung hat, so daß bei einer statischen Förderhöhe von 500 m das Manometer vielleicht nur 51 at zeigt, also nur 10 m erforderlich sind, das Wasser durch die Steigleitung zu treiben.

Hat die Pumpe vorwiegend oder ausschließlich Strömungswiderstände zu überwinden — z. B. eine sog. Umwälzpumpe für Warmwasserheizungen oder eine Pumpe zur Förderung von Erdöl auf lange horizontale Entfernungen, wie sie im Kaukasus üblich sind —, so ist sie gegen Schwankungen der Umlaufzahl weniger empfindlich. Ihre Fördermenge ist direkt proportional der Drehzahl, der Wirkungsgrad, d. i. das Verhältnis der tatsächlich erzeugten zur aufgewendeten Leistung, bleibt auch innerhalb großer Belastungsänderungen fast konstant.

Eine Pumpe hingegen, die hauptsächlich gegen statische Förderhöhe arbeitet, ändert bei Schwankungen der Umlaufzahl ihre Förderleistung sehr erheblich und fällt schon bei einem mäßigen Rückgang der Drehzahl ab, d. h. wenn der erzeugte Druck infolge Sinkens der Drehzahl zu klein wird, schlägt das Rückschlagventil über der Pumpe zu und die Wasserförderung hört auf (Fig. 4). Wassermenge, Fördermenge und Umlaufzahl sind also in ganz bestimmter Weise miteinander verbunden, und man erkennt, daß man die tatsächliche Widerstandshöhe sehr sorgfältig bestimmen und danach die Räder berechnen muß, damit die verlangte Wassermenge erreicht und der Motor nicht überlastet wird. Die Form der Kennlinie muß ferner derart sein, daß der Leerlaufdruck, d. h. der Druck, den die Pumpe bei geschlossenem Schieber erzeugt, größer als der Druck der ganzen Wassersäule ist, also die Drehzahl größer als die des Schwebezustandes, damit die Förderung bei gefüllter Druckleitung sofort nach dem Öffnen des Schiebers beginnt, und sich die Fördermenge bei einer Drehzahlverminde-

rung, die in Bergwerksbetrieben infolge von Schwankungen der Periodenzahl häufig ist, möglichst wenig ändert. Ein Versagen der Pumpe muß bei der größten vorkommenden Schwankung der Umlaufzahl sicher vermieden werden. Endlich soll der Wirkungsgrad bei der normalen Fördermenge nicht nur hoch sein, sondern er muß sich innerhalb weiter Grenzen wenig ändern, damit auch wechselnde Wassermengen wirtschaftlich gehoben werden.

Bei Pumpen, die nur Strömungswiderstände zu überwinden haben, kann man die Fördermenge bis auf Null herab regeln, sie fördern ja bei jeder Drehzahl. Ihr Verhalten entspricht dem der Kolbenpumpen.

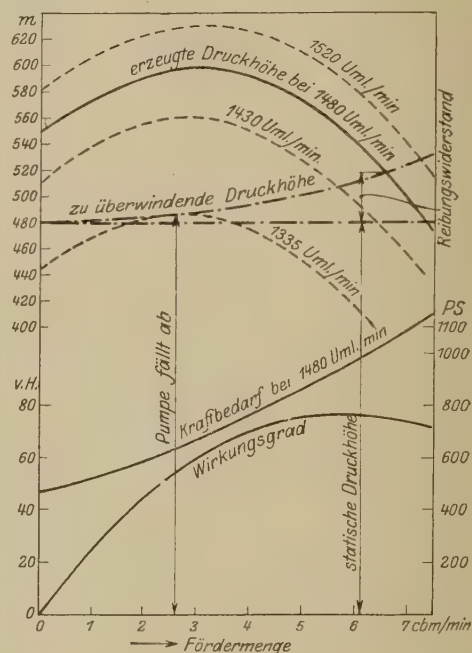


Fig. 4. Kennlinien für Kreiselpumpen.

Ist außerdem eine statische Höhe zu überwinden, so ändert sich die Fördermenge stärker als die Umlaufzahl, die Leistung läßt sich nur in kleinen Grenzen nach unten regeln, denn vor dem Scheitel der Druckkurve fällt sie ab.

Aus dem Gesagten sind auch die Mittel zur Veränderung der Leistung zu erkennen, man regelt durch Veränderung der Umlaufzahl oder durch Drosselung. Die Regelung durch Drosseln ist ein sehr bequemes Mittel zur Änderung der Fördermenge; sie läßt sich aber einigermaßen wirtschaftlich nur anwenden bei Pumpen für hohe statische Drucke, da bei diesen eine geringe Drosselung genügt, die Fördermenge energisch zu beeinflussen. Bei der Kolbenpumpe bedeutet Drosselung Erhöhung der von der Pumpe zu überwindenden Widerstände, die Fördermenge wird nicht beeinflusst bei gleichbleibender Drehzahl, der Kraftverbrauch muß also entsprechend dem Produkt $Q \cdot H$ zunehmen. Bei

der Kreiselpumpe bedeutet Drosselung Herabsetzung der Fördermenge, Abnahme des Kraftbedarfes. Drosselt man die Druckleitung vollständig ab, so rotiert das Laufrad weiter, ohne Wasser zu fördern, es „watet“ im Wasser. Selbstverständlich darf die Pumpe nicht zu lange gegen die geschlossene Druckleitung arbeiten, da die ganze Leerlaufleistung, die etwa 30—40 % der Normalleistung beträgt, in Wärme umgesetzt wird und Betriebsstörungen verursachen kann. Die Kolbenpumpe würde beim Arbeiten gegen geschlossene Druckleitung nach wenigen Hieben eine solche Drucksteigerung herbeiführen, daß der Bruch der Pumpe oder eines Pumpenteiles eintritt. Wo man die Umlaufzahl verändern kann (Dampfturbine, Gleichstrommotor), ist daher deren Änderung das gegebene Mittel zur Regulierung.

Ebenso wie man in der Lage ist, mehrere Stufen auf „Druck“ hintereinander zu schalten, um große Förderhöhen zu erreichen (man hat bereits Pumpen für 1200 m Förderhöhe gebaut), ist es andererseits möglich, große Wassermengen mit relativ kleinen Pumpen zu fördern, indem man die Räder nebeneinander, also parallel, auf „Menge“ arbeiten läßt. Die Wassermenge wird dabei in eine Anzahl Teile unterteilt, die den einzelnen Rädern zugeführt werden, so daß diese je nur einen Bruchteil der gesamten Wassermenge zu bewältigen haben. Für *Be- und Entwässerungsanlagen*, wo es sich um große Fördermengen und kleine Druckhöhen handelt, ist die Kreiselpumpe fast ausschließlich in Anwendung (Leistungen von 200 cbm/min. sind noch mit 1 Rad bewältigt worden). Nach abwärts ist die wirtschaftliche Verwendung der Kreiselpumpe etwas beschränkt, weil bei kleinen Fördermengen die Laufräder für die praktische Ausführung zu klein ausfallen, die Raddurchmesser sich zu klein und infolgedessen zu hohe Umdrehungszahlen ergeben. Dies trifft um so eher zu, je größer die Förderhöhe, also die nötige Umfangsgeschwindigkeit der Pumpe ist. Dazu kommt, daß die inneren Verluste der Kreiselpumpe, durch Reibung, Stoß und Undichtigkeit, im Verhältnis zur geleisteten Arbeit so groß werden, daß von der Erreichung eines annehmbaren Wirkungsgrades keine Rede sein kann. Dort, wo es mehr auf Betriebssicherheit und Einfachheit in Wartung und Bedienung ankommt als auf Wirtschaftlichkeit, findet man aber die Kreiselpumpe auch bis hinab zu den kleinsten Leistungen, z. B. als „Hauswasserpumpe“ ($\frac{1}{2}$ PS), ausgeführt. Sie eignet sich zu allen Arten von *Wasserversorgungs- und Pumpwerksanlagen*, findet Verwendung als *Brunnenpumpe*, *Schacht- und Abteufpumpe*, als *Preßpumpe*, zu *Kesselspeise- und Feuerlöschzwecken*.

Eines ihrer bedeutendsten Anwendungsgebiete ist das der *Wasserhaltungsanlagen im Bergbau*. Je tiefer man in das Erdinnere eindringt, um so größere Hindernisse stellen sich dem Fortschreiten der Arbeiten durch die Wassereinbrüche entgegen.

Zur Bewältigung der Wassermassen wurden früher schwerfällige und verhältnismäßig wenig leistungsfähige Gestängepumpen eingebaut, deren Instandhaltung und Wartung große Opfer kosteten. Es folgten die hydraulisch betriebenen Wassersäulenmaschinen, die ebensowenig lebensfähig waren. Man verlegte schließlich die Betriebsanlage der Pumpe in die Grube, hatte aber nun mit den Schwierigkeiten zu kämpfen, die mit der Schaffung der erforderlichen großen Räume und der Natur des Betriebes verbunden waren. Die Kreiselpumpe mit ihrem geringen Raumbedarf, der einfachen Anordnung, guten Zugänglichkeit, leichten Bedienung und Betriebssicherheit eroberte sich daher bald ihre dauernde Anwendung auf dem Gebiete des Wasserhaltungswesens. Viel trug zu diesem Erfolge die Möglichkeit des einfachen Zusammenbaues mit den Elektromotoren bei; die einfache elektrische Energieübertragung durch Kabel gestattet dabei die Anlage des Kraftwerkes obertag und damit die Vorteile der zentralisierten Arbeitsgewinnung und -verteilung.

Ein interessantes Anwendungsgebiet für Kreiselpumpen ist ferner das der *Akkumulierungs- (Aufspeicherungs-) Anlagen*. Voll ausgenutzte Wasserkraftelektrizitätswerke, denen keine Reserve (Bereitschaft) zur Verfügung steht, kränken an dem namentlich im Winter sich fühlbar machenden Mangel, daß sie in den Morgen- und ersten Abendstunden, in denen der größte Bedarf an Licht- und Kraftstrom vorhanden ist, über zu wenig Kraft verfügen, während in der übrigen Tageszeit und in einem Teile der Nacht die sogen. „Spitzen“ des täglichen Leistungsdiagrammes der Kraftzentrale unbenutzt bleiben. Dieser Übelstand kann durch Angliederung einer Speicheranlage unter Verwendung von Kreiselpumpen vermieden werden. Die elektrische Maschine wird so ausgeführt, daß sie sowohl als Generator als auch als Motor laufen kann, und wird bei normalem Betrieb von einer Wasserturbine angetrieben. Zu Zeiten des schwächsten Strombezuges, wo überschüssige elektrische Leistung zur Verfügung steht, kuppelt man die Turbine ab und läßt durch Stromzufuhr den Generator als Motor zum Antrieb einer Kreiselpumpe laufen, die unter Verwertung der überschüssigen Leistung Wasser auf einen Hochbehälter fördert. In den Zeiten stärksten Strombezuges wird dann die Pumpe abgekuppelt, die Turbine durch das im Behälter gesammelte Wasser gespeist und der Motorgenerator durch die Turbine als Stromerzeuger angetrieben. Eine solche Pumpenanlage wurde von Gebr. Sulzer (Winterthur) für eine Kraftzentrale nach Turin geliefert; die Leistung einer Pumpe beträgt 96 cbm/min auf 152 m Förderhöhe, der Kraftbedarf bei unmittelbarem Antrieb durch einen Drehstrommotor von 1000 Umläufen/min 4000 PS¹⁾. Es dürfte dies die größte in einer Einheit ausgeführte Pumpenanlage sein.

¹⁾ Z. f. d. gesamte Turbinenwesen 1911, S. 191.

Den großen Wasserhaltungen im Bergbau kommen die *Wasserversorgungsanlagen* und *Wasserverwerke* der Gemeinden und Städte hinsichtlich der zu fördernden Wassermenge am nächsten. Auch hier, wo es sich vor allem um Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit handelt, hat sich die Kreiselpumpe langsam, aber stetig Eingang verschafft, nachdem man in Verbindung mit der Dampfturbine Wirtschaftlichkeitszahlen erreicht hat, die trotz der unter Umständen etwas höheren Brennstoffkosten vorteilhaft werden, und zwar in erhöhtem Maße, wenn die Pumpen nicht im Dauerbetrieb laufen.

Übersieht man das vielseitige Anwendungsgebiet der Kreiselpumpen und ihr schnelles Vordringen in Gebiete, die früher ausschließlich von Kolbenpumpen versorgt wurden, so möchte es fast scheinen, als ob diese überhaupt keine Daseinsberechtigung mehr hätten, und es liegt die Frage nahe, ob diese Entwicklung in wirtschaftlicher Hinsicht einen Fortschritt bedeutet. Wie schon erwähnt, sind die Vorzüge der Kreiselpumpe vor allem in ihrer einfachen, leichten und billigen Konstruktion, in ihrem geringen Raumbedarf, der Möglichkeit der Verwendung hoher Umdrehungszahlen und ihren geringen Unterhaltungskosten zu erblicken. Diesen schätzbaren Vorzügen stehen aber gewisse Nachteile gegenüber. Neben der Notwendigkeit des „Anfüllens“ der Pumpe nach längeren Betriebspausen und der schwereren Regelbarkeit der Fördermenge, mit deren Änderung ja gleichzeitig auch die Förderhöhe und der Kraftbedarf verändert wird, ist es vor allem der Wirkungsgrad, der bei einer gut konstruierten Kolbenpumpe durchschnittlich um rund 10 % höher ist als bei der besten Kreiselpumpe; und es muß dieser Vorsprung, wenn die Anwendung einer Kreiselpumpe wirtschaftlich gerechtfertigt sein soll, durch verringerte Anlagekosten, Abschreibungen und betriebstechnische Vorteile ausgeglichen werden. Zwei Einflüsse sind es, welche innerhalb des von beiden Maschinen beherrschten Gebietes (obere Grenze 10 cbm/min auf geringe Höhen, darüber Kreiselpumpe, untere Grenze etwa 0,3 cbm/min auf Höhen von mehreren 100 m, darunter Kolbenpumpe) für die Anwendung der rotierenden Maschine wirksam sind. Einmal die Entwicklung der elektrischen Industrie, die in den schnellaufenden Motoren eine für Kreiselpumpen sehr geeignete Antriebsmaschine geschaffen hat und dieser in den Anschaffungskosten gegenüber dem langsam laufenden Motor der Kolbenpumpe einen erheblichen Vorsprung verschafft, sodann die zunehmende Zentralisierung aller Krafterzeugung in der Großindustrie, in den Gemeinden, ja selbst auf dem flachen Lande, wofür wiederum die Elektrizität das gegebene Mittel darstellt. Diese Vereinigung gibt die Möglichkeit, den Strom an der Verbrauchsstelle zu so billigen Preisen zu liefern, daß der Einzelantrieb, namentlich der Dampfbetrieb

in kleinem Maße, unterliegen muß. Für einen zentralen Kraftbetrieb ist es aber auch von Wichtigkeit, daß an den Bedienungskosten der Einzelmaschinen nach Möglichkeit gespart wird, und hierin ist die Kreiselpumpe der Kolbenpumpe in den weitaus meisten Fällen überlegen, da sie ähnlich den Dampfturbinen so gut wie keine Bedienungs- und Unterhaltungskosten erfordert. Rechnet man diese Umstände: Anlageverzinsung, Bedienungskosten, Ölverbrauch usw. zusammen, so ergibt sich gegenüber den reinen Kosten des Stromverbrauchs ein Verhältnis zur Kolbenmaschine, dessen Ausschlag nach der einen oder andern Seite hin im wesentlichen nur abhängt von der *Höhe des Strompreises* und von der *durchschnittlichen Betriebsdauer*. Im Bergbau, dem schon genannten großen Anwendungsgebiet für Kreiselpumpen, liegen die Verhältnisse im allgemeinen so, daß bei Strompreisen von rund 4 Pfennigen pro kW und Std. und darunter die Kreiselpumpe auch wirtschaftlich mit der Kolbenpumpe in Wettbewerb treten kann. Nimmt man hinzu, daß im Bergbau die Anlagekosten für die unterirdischen Maschinenkammern sehr ins Gewicht fallen, und bedenkt, daß ein großer Teil der Bergwerkswasserhaltungen nicht ständig läuft, sondern mit Rücksicht auf die nötige Reserve (Bereitschaft) gegenüber verstärkten Zuflüssen so stark bemessen werden muß, daß unter Zuhilfenahme von Ausgleichbehältern in Sumpfstrecken die täglichen Zuflüsse in wenigen Stunden zutage gehoben werden können, so erhellt, daß infolge des hierdurch zurücktretenden Einflusses der Stromkosten gegenüber den Anlagekosten für solche Betriebsfälle, insbesondere ganz allgemein für Reserveanlagen, die Kreiselpumpe am Platz ist.

Die Bestrebungen, die Erzeugungskosten der elektrischen Energie noch weiter herabzudrücken, so die Verwertung der Abdampfwärme in Abdampfturbinen, Ausnützung von Hochofen- und Koksgasen, von Roh-Wasserkraften, eröffnen weitere Anwendungsgebiete für die Kreiselpumpen, auch wenn eine wesentliche Verbesserung der Wirkungsgrade nicht mehr zu erwarten ist. Es ist aber anzunehmen, daß auch nach dieser Richtung hin noch Fortschritte erzielt werden können durch weitere Erforschung der noch wenig geklärten hydraulischen Grundlagen sowie eine weitergehende Verfeinerung der Konstruktion und Bearbeitung.

Ein Novum unter den Algen.

Von Dr. J. Schiller, Wien.

Vor kurzem erschien von *Fr. v. Wettstein*, dem Sohne des berühmten Wiener Botanikers Prof. *R. v. Wettstein*, eine Arbeit¹⁾ über eine neue Grünalpengattung, *Geosiphon*, die nach mehreren Richtungen geradenwegs ein Novum unter den

¹⁾ *Geosiphon*, *Fr. v. Wettstein*, eine neue, interessante Siphonacee. (Österr. Botan. Zeitschr., Jahrgang 1915, S. 145.)

Algen bedeutet. Der Verf. zeigt nämlich, daß die Alge eine völlig chlorophyllfreie Siphonee ist, daß die Zellmembranen aus Chitin bestehen und daß sie mit einem in ihr lebenden Nostoc ein physiologisch einheitliches Gebilde — analog einer Flechte — darstellt. Solche Befunde sind bisher noch bei keiner anderen Chlorophyceen gemacht worden. Sie sind zweifellos von größtem unmittelbaren und theoretischen Interesse.

Die Pflanze fand der Autor auf einem Krautfelde bei Kremmünster in Oberösterreich im November 1913, wo sie in Menge in Form von schwarzen Pünktchen die Ackererde bedeckte. Außer auf einem benachbarten Felde konnte Geosiphon bisher nirgends entdeckt werden, sie scheint somit nicht zu den häufigen Pflanzen zu gehören.

Die Siphonee besteht aus einer großen Anzahl — oft bis zu 30 — Blasen, die über die Erde emporragen und birnenförmige Gestalt besitzen, und aus Rhizoiden. Unter diesen fällt stets wenigstens ein Hauptrhizoid auf, von dem die schwächeren Seitenrhizoiden abzweigen, die teils Blasen bilden, teils in die Erde dringen, hier sich auffällig stark verzweigen und in sehr dünne Fäden endigen, die der Befestigung und der Aufnahme von Nährstoffen dienen. Nirgends konnten in den einzelnen Teilen der Pflanze Zellwände gefunden werden, es liegt somit ein Coeloblast vor, der auf die Siphoneennatur der Alge hinweist. Dazu kommt ein weiteres Merkmal, das durch zahlreiche, kleine, überall im Protoplasma verteilte Kerne gegeben ist, Kerne, wie sie für die Siphoneen typisch sind. Dagegen konnten niemals Chromatophoren gesehen werden. Es kommt auch nur eine einzige Plasmaschicht in den Coeloblasten zur Entwicklung, welche wohl die winzigen Kerne, jedoch keine Chromatophoren führt. Es ist dies bemerkenswert, da sonst bei den Siphoneen zwei Plasmaschichten vorhanden sind, von denen die äußere die Chromatophoren, die innere die Kerne enthält.

Bei der chemischen Prüfung der dicken und deutlich geschichteten Membran versagten die Cellulosereaktionen völlig. Die chemische Natur blieb unklar, bis der Autor durch die violette Färbung der Membran nach Behandlung mit auf 180° erhitzter Kalilauge und Jodjodkalium Chitin nachwies. Diese Substanz konnte auch durch die Auflösung in Essigsäure festgestellt werden. Es ist dies zweifellos eines der merkwürdigsten Ergebnisse der Arbeit, da bislang bei keiner Chlorophyceen diese Substanz nachgewiesen wurde, und Wettstein durch Untersuchung der häufigsten marinen und Süßwasser-Siphoneen sich überzeugte, daß sie hier nirgends vorhanden ist.

Wiewohl der Autor der Fortpflanzung seine ganze Aufmerksamkeit zuwandte, konnte er doch nur einfache Sprössung sehen.

Gegen das Ende ihrer Vegetationsperiode bildet *Geosiphon* Dauerorgane in Form von weißlichen Kügelchen, die nicht durch Querwände von der

übrigen Pflanze sich abgliedern und die gleich normalen Blasen durch Rhizoiden im Zusammenhange des Individuums bleiben. Ihre Natur als Dauerorgane leitete der Verfasser aus der großen Menge fetten Öles ab, das so reichlich vorhanden ist, daß es beim Zerdrücken als einheitliche Masse aus den Kugeln austritt. Außerdem traten darin kleine rundliche Körner auf, deren Natur sich nicht sicher feststellen ließ und die der Autor unter Vorbehalt als Pyrenoide bezeichnet.

Nebenbei sei hier nur erwähnt, daß v. Wettstein die Alge mit dem von Kützing bei Nordhausen gefundenen *Botrydium pyriforme* Ktz. identifizierte, daß aber die Unterschiede gegenüber der Gattung *Botrydium* so große sind, daß er die Pflanze als *Geosiphon pyriforme* (Ktz.) Fr. Wettst. in eine neue Gattung brachte.

Weiter erhält die Alge eine exzeptionelle Stellung durch die Anwesenheit eines Nostoc — v. Wettstein nennt die neue Art *N. symbioticum* — in den Blasen der Alge, worin er kleine Lagen, ganz wie die freilebenden Nostoc-Arten, bildet. Die beiden Pflanzen leben in Symbiose miteinander. Der Nostoc assimiliert und liefert der Alge die organischen, zu ihrem Leben notwendigen Substanzen, die sie zufolge des Chlorophyllmangels nicht selbst zu schaffen vermag. Eine rein saprophytische Lebensweise kann die Alge nicht führen, da sie bei rein anorganischer Ernährung nicht bloß am Leben blieb, sondern auch wuchs.

Andererseits kann Nostoc nicht ein bloßer Raumparasit sein, da er nicht sofort absterben würde, wenn er in Wasser oder rein anorganische Nährlösungen gebracht wird. Das symbiotische Verhältnis zwischen den beiden Pflanzen macht den Fall deswegen so interessant, weil darin sich eine Analogie mit den Flechten ausspricht. Hier bilden Pilz und Alge, dort eine chlorophyllfreie Alge mit einer Alge eine physiologische Einheit. Und diese nähert sich der Flechte auch durch den Aufbau der Membran aus Chitin, der ja bekanntlich bei den Pilzen fast allgemein die Membran bildet. Dadurch wird der Unterschied zwischen den beiden Symbiosen noch mehr verringert. In diesem Zusammenhange muß auch der Angabe des Verfassers, daß nur rein vegetative Vermehrung der Alge durch Sprossung und Erhaltung des Organismus durch Dauerkugeln erfolgt, aber keinerlei Fortpflanzung der Siphonee beobachtet werden konnte, Beachtung geschenkt werden.

Schon oben wurde betont, daß *Geosiphon pyriforme* die einzige Chlorophyceen mit Membranen aus Chitin nach unseren derzeitigen Kenntnissen ist. Das kann nicht blinder Zufall sein. Und v. Wettstein vermutet denn auch, „daß das Auftreten von Chitin eng mit der organischen Ernährung zusammenhängt. Jedenfalls ist sehr bemerkenswert, daß bei der saprophytisch gewordenen Siphonee dasselbe Merkmal auftritt, wie in der saprophytisch gewordenen, mit Chlorophyceen vermutlich im Zusammenhang stehenden

Parallelreihe der grünen Algen, nämlich den Pilzen.“ Chitin ist im Tierreich weit verbreitet.

Es darf erwartet werden, daß weitere Untersuchungen den durch die vorliegende Arbeit offenbar gewordenen Zusammenhang zwischen Chitinbildung und organischer Ernährung klären können.

Mitteilungen zur Geschichte der Zoologie.

Das Tierbuch des Petrus Candidus. In der an Kostbarkeiten so überaus reichen vatikanischen Bibliothek befindet sich ein illustrierter Kodex, der die Tierwelt in Wort und Bild behandelt und aus der Hand des berühmten Humanisten *Petrus Candidus* (Piercandido Decembrio) vom Jahre 1460 stammt. Keines der neueren Werke über Geschichte der Zoologie (z. B. *J. Victor Carus*) führt den Namen *Petrus Candidus* an und auch dem die ganze Literatur beherrschenden Enzyklopädisten *Konrad Gesner* ist er entgangen. Das Buch gehört zu den Cimelien der Bibliothek, ist ein „codex primae classis“ nach dem Ausdruck des Präfecten derselben *H. H. P. Ehrle* S. J., und befindet sich für gewöhnlich in einer der Vitrinen des Prunksaales. Er weist ca. 232 Pergamentblätter auf, in Großquart (265×191 mm) und zeigt auf dem ersten Blatt (fol. 1) eine schöne Initiale und den Titel: *P. Candidi de omnium animalium naturis atque formis nec non rebus memoria et annotatione dignis ad illustrissimum principem D. Ludovicum Gonzagam, Mantuae Marchionem*. Die Initiale stellt auf blauem Grunde zwei Engel dar, die einen Adler halten — das Wappen der Gonzaga.

Die fünf Bücher, in welche der Kodex eingeteilt ist, handeln von den Vierfüßlern, den Vögeln, den Meerungeheuern und Fischen, den Schlangen und Würmern, endlich von einigen Merkwürdigkeiten. Meist wird ein allgemeiner Teil vorausgeschickt, bevor die Tiere im einzelnen behandelt werden, und wird auch ihre Zahl angegeben. Am unteren Rande jeder Pergamentseite ist ein verhältnismäßig (65 mm) breiter Raum frei gelassen, der mit schönen, meist künstlerischen Tierbildern geschmückt ist, die jedoch erst weit später, und zwar im Laufe des 16. Jahrhunderts, wie *Killermann* wohl zutreffend schätzt, in das Werk eingefügt sind. Es sind etwa 460 Tierarten dargestellt, womit der Kodex reichhaltiger ist als *Gesners* Tierbücher.

Killermann (Zoologische Annalen, Bd. 6, Heft 2 u. 3, S. 113—221) gibt eine Übersicht der behandelten Tiere und der Abbildungen und notiert daneben die heutigen Namen der Tiere, soweit er sie bestimmen konnte. In einem weiteren Kapitel geht er die Beschreibungen durch und begleitet sie mit durchweg wertvollen naturgeschichtlichen, philologischen und kulturhistorischen Anmerkungen. Zu einigen Bestimmungen *Killermanns* ist man aber doch versucht, seine Fragezeichen zu setzen. So möchte ich vermuten, daß der Kodex statt der Feldlerche die Heidelerche kennt, und bin geneigt, bei den Seefischen viel mehr an Adria- und Mittelmeersfische zu denken, als der Verfasser es tut, und dabei ausgiebig die italienischen Vulgarnamen von heute zu beachten. So könnte der „stinkende schlechte“ Asellus des *Plinius* die Gadusart sein, die italienischen Fischer der Adria heute Asinello nennen, und die sie bis vor wenigen Jahrzehnten herzhaft verachteten, bis sie endlich sein Fleisch zart und wohl-

schmeckend fanden. *Talpa* = *Salpa* ist sicher der Goldstriemen. Interessant ist des *P. Candidus* Erwähnung des Stockfisches als stochfix, von dem er sogar angibt, daß er vor der Zubereitung geklopft werden müsse: sollte der Stockfisch schon damals in Italien gegessen worden sein, wie er noch heute (als Baccala) auf dem Fischmarkt der Adria mit dem einheimischen Fische erfolgreich konkurriert? Die Richtigkeit der Bestimmung des *Ericius* als *Echinus esculentus* bezweifle ich und denke dabei lieber an einen Seeigel schlechthin. Wenn ferner die *Stella* als eine *Stella pectinata* gedeutet werden muß, so würde ich darin eher den *Astropecten* als einen *Echinaster* vermuten, und in der *Stella marina* der Alten (entgegen *O. Keller*) den durch Größe und Häufigkeit auffälligen *Asterias glacialis* statt des so versteckt lebenden *Asterias bispinosus*. Weitere Bemerkungen unterdrücke ich, weil sich ohne Kenntnis der Texte und Bilder ja doch nichts Gewisses sagen läßt.

P. Candidus (1399—1477), ein norditalienischer Humanist, politischer Sekretär eines Herzogs von Mailand und später wahrscheinlich am päpstlichen Hofe, hat das Tierbuch in Neapel niedergeschrieben. Als Vielschreiber, er hat an die 127 Bücher verfaßt, hat er „selbstverständlich seine naturwissenschaftlichen Kenntnisse nicht auf eigene Naturstudien aufgebaut“, doch nennt er seine Quellen nur selten, ja die unmittelbaren Vorgänger wie *Albertus Magnus*, *Thomas Cantimpranus*, *Vincentius Bellocacensis* gar nicht.

Ausgemalt ist das Werk erst rund 100 Jahre später, wie die Entlehnungen aus *Gesners* Tierbüchern beweisen. Unter den Bildern, die *Killermann* wiedergibt, sind einige von entzückender Naturtreue, manche sind, nach seinem Urteil, selbst von hohem künstlerischen Wert. „Das illustrierte Tierbuch des *P. Candidus* stellt, wenn auch der Name seines Malers nicht auf uns gekommen ist, ein bedeutendes Werk der Humanistenzeit dar, aus der bisher naturwissenschaftliches Streben so gut wie unbekannt war. Es ist wohl der einzige tierkundliche handschriftliche Kodex, der zur Ausmalung gelangte. Das Werk steht sozusagen mit dem einen Fuße in der alten Zoologie des *Albertus Magnus* und seiner Genossen, mit dem andern aber bereits in der neuen, mit *Gesner* anbrechenden Zeit und bildet so eine Brücke über den großen Hiatus in der Geschichte der Naturkunde vom 13. bis 16. Jahrhundert. Für das Verständnis der alten Tierkunde erschließt sich in diesem vatikanischen Kodex eine neue Quelle.“

Der Wisent in Ortsnamen. Wenn der Zoogeograph seine Verbreitungskarten von Tieren des Mittelalters nur allein nach den Ergebnissen der Paläontologie zeichnen wollte, so würde er Bilder liefern, die auch nicht annähernd die Vergangenheit wiedergäben. Was *Wolfgang La-Baume* z. B. von der Verbreitung des Ures und des Wisents in den jüngst vergangenen 3000 Jahren aus paläontologischen Daten weiß, versagt schon für Gebiete wie Thüringen, Bayern, Württemberg, in denen doch gegen die Mitte des Mittelalters ganz bestimmt die Bisons vorkamen, ganz, und läßt vor allem das Blatt Preußen leer, wo diese Tiere, wie allgemein bekannt, noch vor einhalb Jahrhunderten lebten. „Heute sind deshalb noch immer die wichtigsten Hilfswissenschaften der neuesten Paläontologie die alten historischen Quellen, die erhaltenen Kunstdenkmäler und — die Ortsnamen, die durch die Philologie interpretiert werden“, weshalb *Szalay* (Der Wisent in Ortsnamen. Zoologische Anna-

len. Bd. 7, Heft 1, S. 1—80) dem Zoologen dringend rät, sich für historische und sprachliche Quellen zu interessieren, da den Sprachgelehrten vieles entgehen müsse, was nur der Zoologe bemerken und herausfühlen könne.

Aus alten Chroniken die Verbreitung der Wildochsen festzustellen hat bereits 1867 *Brandt* versucht, auf Grund der Ortsnamen, die an den Wisent erinnern, tut es zum ersten Male gründlich und umfassend *Szalay* in der vorliegenden Arbeit, der gegenüber die 9 mit Wisent zusammengesetzten Ortsnamen, die der Ortsnamenforscher *Förstemann* kennt (2 Wiesent, 2 Wisontahr, Wisentouwa, Wisontessteiga, Wisantesdorf, 2 Wisuntwangas), nicht mehr als einen ganz bescheidenen Anfang bedeuten. *Szalay* hat unter den Gemeinde- und Flurnamen 50 gefunden, die sicher zu Wisent gehören, und 10 bis 20 andere, die mit Wahrscheinlichkeit auf den Wisent zu deuten sind. Den Weg für seine Forschung erarbeitete er sich an den Verhältnissen Ungarns. Vor dem 9. Jahrhundert gab es im heutigen Ungarn nur slawische Stämme, die auf dem Gebirge Schafwirtschaft trieben, und Dörfer bauten. Die seit 895 einwandernden Ungarn und die im 12. und 13. Jahrhundert zuziehenden Rumänen übernahmen die slawischen Ortsnamen mit geringen Umänderungen. Dem Wisent und dem Ur begegneten die Ungarn jedoch nur noch in den großen Waldungen, denn als Pferdezüchter (Steppenvolk) auf die Ebene angewiesen, siedelten sie sich nur in wenig Gemeinden im Gebirge an und hatten daher nur wenig Gelegenheit, ihre Ortsnamen mit Wisent zu verbinden. Als die Rumänen in die Gebirge einwanderten, war die Zahl der Ure schon sehr zurückgegangen, während es Wisente noch bis 1790 in Siebenbürgen gab. Daher sind auch nur wenige Siedelungsnamen mit dem rumänischen Bour (= Urus = wilder Ochse = boulus ferus im Mittellatein) zusammengesetzt, mehr dagegen mit Zimbr (= Zubr = Bison), und da ferner die Rumänen als Hirten im Gebirge lebten, tritt der Zimbr noch häufiger in Flur- und Bergnamen als in Ortsnamen auf. So hat sich auch bei der Durchforschung Deutschlands ergeben, daß besonders jene Gegenden an diesbezüglichen Ortsnamen reich sind, die auch von den Chroniken als Aufenthaltsorte der wilden Ochsen bezeichnet werden.

Zoogeographisch stellen sich *Szalays* Ergebnisse so dar: Den sprachlichen und historischen Angaben nach müssen wir in Europa drei Hauptverbreitungsgebiete der Wildrinder unterscheiden: ein westliches, ein mittleres und ein östliches, die in jeder Hinsicht, sowohl zeitlich als sachlich, voneinander getrennt werden müssen. Im westlichen verschwinden diese Tiere am frühesten, und im östlichen erhalten sie sich am längsten (Ostpreußen, Polen, Siebenbürgen). — I. Das westliche Gebiet wird durch die ältesten fränkischen historischen Daten charakterisiert, die in einer ganz auffälligen Weise fast immer nur vom Ur (Bubalus) berichten. Die Wisente traten damals hier ganz zurück. Die Geschichte dieses Gebietes umfaßt das

I.—XII. Jahrhundert. *Tacitus* erwähnt schon im I. Jahrhundert die friesischen Ure. Der Bubalus kommt bis vor den Zeiten Karls des Großen auch in Ostfrankreich vor, in der Rheinprovinz aber bis ca. zum XI. Jahrhundert. — Die letzte Erwähnung des westeuropäischen Bubalus stammt aus 826 . . . II. Für das mittlere Wildrindergebiet haben wir nur aus römischer Zeit (*Cäsar*) ausführlichere Nachrichten; charakteristisch ist aber das Fehlen solcher aus späteren Zeiten sowie die auffallend vielen Ortsnamen, aus welchen auf eine weite und dichte Verbreitung dieser Tiere geschlossen werden muß. Die Geschichte des Gebietes erstreckt sich vom I. Jahrhundert v. Chr. bis XIV. Jahrhundert n. Chr. III. Das östliche Gebiet ist dadurch charakterisiert, daß die Angaben der Neuzeit sich alle darauf beziehen. Es ist das bekannteste Gebiet, mit einer sehr großen Literatur, die sich aber rückwärtsgehend sozusagen nur bis zum XI. Jahrhundert erstreckt. Hier begegnen wir auch den letzten Kundgebungen über den Ur, und da stirbt der Bison vor unseren Augen unaufhaltsam aus.

Diesem historischen Rahmen lassen sich aber die eigentlichen zoogeographischen vier Hauptverbreitungsbezirke mit Leichtigkeit einfügen. Diese entstanden ca. dem VI.—VIII. Jahrhundert entsprechend dadurch, daß das am Anfange des Alluviums fast ununterbrochene Verbreitungsfeld der Wildrinder in den ersten Jahrhunderten des Mittelalters durch die sich intensiver verbreitende Bevölkerung in mehr oder weniger abgegrenzte Gebiete geteilt wurde, die später durch reich bevölkerte Zonen immer stärker voneinander isoliert, verkleinert und in mehrere kleinere Inseln geteilt wurden. Diese sind: Westgebiet: I. *Wasgau*—*Ardennen*. (Dann die pyrenäischen und ostfriesischen Ure.) — Mittelgebiet: II. *Bayern* mit *Thüringen* und *Österreich* bis zur *Donau*. — Ostgebiet: III. *Preußen*, *Polen*, *Rußland*, *Karpathen*, *Siebenbürgen*. — IV. *Thrazien* (*Balkan*), *Südeuropa*.

Thilo Krumbach, Berlin.

Preis Ausschreiben der Berliner Gesellschaft für Rassenhygiene. Der Einlieferungstermin für das Preis Ausschreiben „Bringt materielles und soziales Aufsteigen den Familien Gefahren in rassenhygienischer Beziehung?“ ist auf den 31. Juli 1916 festgesetzt worden. Es sind zwei Preise von 800 M. und 400 M. ausgesetzt. Einsendungen sind an die Geschäftsstelle der Berliner Gesellschaft für Rassenhygiene, z. Hd. des Herrn *Ulrich Patz* in Schlachtensee-Berlin, Albrechtstr. 19/25, zu richten. Die Bedingungen des Preis Ausschreibens sowie sonstige erklärende Drucksachen können von der Geschäftsstelle bezogen werden.

Berichtigung.

In dem Referat von *Hans Friedenthal* „Die Anwendung des Gesetzes der Massenwirkung in der Erbfor schung“ in Heft 4 dieses Jahrganges muß es in den Tabellen auf S. 52 und 53 heißen: Es gibt 72 Verwandte dritten Grades (nicht 56) und 144 Verwandte vierten Grades (nicht 128).

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

6. Januar.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

Herr *Orth* las eine zweite Mitteilung: *Zur Frage nach den Beziehungen des Alkoholismus zur Tuberku-*

lose. Es wurde auf wichtigere neuere Literaturangaben sowie auf kritische Besprechungen der ersten Mitteilung eingegangen und eine eigene Statistik über Tuberkulosebefunde bei Leichen von Alkoholikern angefügt. Schließlich wurde ein Vergleich der Sterbeverhältnisse bei den Todesfällen an Säuferwahnsinn und an Tuberkulose unter Berücksichtigung der verschiedenen Altersklassen vorgenommen. Das Ergebnis war.

daß ein Beweis für eine Förderung der Tuberkulose durch chronischen Alkoholismus nicht nur nicht erbracht ist, sondern daß vielmehr vieles dafür spricht, daß der Alkohol der Tuberkulose entgegenwirkt.

13. Januar. Gesamtsitzung.

Herr F. E. Schulze legte eine Mitteilung vor: *Über die Erhebungen auf der Lippen- und Wangenschleimhaut der Beuteltiere*. Die Untersuchung erstreckte sich auf sämtliche Familien der Beuteltiere. Eine Trennung der Lippenhöhle von der Wangenhöhle durch eine von oben herabhängende quere Schleimhautfalte (Crista transversa) findet sich nur bei den hauptsächlich Gras fressenden Känguruhs (Poëphaga). Den auf Bäumen lebenden, vorwiegend von Blättern, Knospen und Früchten lebenden Phalangeriden (Carpophaga) und den Wurzeln fressenden Wombats (Rhizophaga) fehlt zwar diese Scheidung der Lippen- und Wangenhöhle, doch teilen sie mit den Poëphaga die scharfe dorsale und ventrale Begrenzung der drüsenreichen und dicht mit Papillen besetzten Wangenschleimhautzone, welche dem Spalt zwischen den oberen und unteren Mahlzähnen jederseits entspricht und durch einreihig angeordnete größere platte Grenzpapillenreihen (Crista buccalis superior et inferior) umsäumt wird. Den auf tierische Nahrung angewiesenen Beuteltieren (Rapacia) fehlt nicht nur die Crista transversa, sondern auch meistens die Crista buccalis superior et inferior. Hier entspricht dem Raum zwischen den sich gegenüberstehenden oberen und unteren Mahlzähnen eine mit weniger dichtstehenden und niedrigeren Papillen besetzte Drüsenzone der Wangenschleimhaut, welche Drüsenzone sich vorn in der Gegend des Mundwinkels in zwei auf die Ober- und Unterlippe übergehende Endzipfel gabelt. Eigenartige Verhältnisse zeigt der unsern Maulwurf gleichende Beutelmull, *Notoryctes typhlops*, welcher, unterirdisch lebend, sich hauptsächlich von Würmern und Insektenlarven nährt. Er besitzt auf der Innenfläche jeder Oberlippenhälfte eine harte, länglichovale buckelförmige Erhebung, welche in eine entsprechende muldenförmige Vertiefung der Unterlippe paßt und zum Zerkleinen der Beuteltiere dient.

Herr Schwarzschild überreichte durch Vermittlung von Herrn Einstein eine Arbeit: *Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie*. (Ersch. später.) Das Gravitationsfeld eines Massenpunktes sowie die Bewegung eines Massenpunktes (von relativ unendlich kleiner Masse) in diesem Felde werden exakt berechnet. Es ergibt sich unter anderem eine Bestätigung von Einsteins Ergebnis bezüglich der Perihelbewegung des Merkur.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

15. Januar. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitz: Herr Bütschli.

Folgende wissenschaftliche Abhandlungen werden vorgelegt:

1. von Herrn E. A. Wülfing (Heidelberg): *Lassen sich die kristallographischen Fundamentalwinkel der Plagioklasse mit der Zusammensetzung in gesetzmäßige Beziehung bringen?* Der Verfasser erörtert und ergänzt eine Feldspatuntersuchung seines Schülers, des Herrn Dr. Ed. Schmidt. Insbesondere führt er die hier zuerst nachgewiesene lineare Funktion zwischen Spaltwinkeln und Zusammensetzung der Plagioklasse auf die Netzdichte der Spaltflächen zurück. Ferner wird der Erfolg der Schmidtschen Untersuchung mit der Methode der gehäuftten Beobachtungswerte in Zusammenhang gebracht. Diese, vom Verfasser und seinen Schülern seit 1900 angewandte Methode berücksichtigt in eigener Weise die an Kristallen so verbreiteten Störungen, indem sie bei der Bildung von Mittelwerten aus vielen Einzelbeobachtungen manche der letz-

teren ausschaltet, wenn diese in erheblicher Minderzahl aus dem „Haufen“ der übrigen herausfallen.

2. von Herrn M. Wolf (Heidelberg): *Über die Spektren der Wolf-Rayet-Sterne*. Es ist die Vermessung der Spektralaufnahmen von 16 Sternen dieser Gattung, die sich durch eigenartige helle Linien von den übrigen Sternspektren auszeichnet, durchgeführt, wobei sich ergibt, daß sich diese Spektren in zwei verschiedene Klassen einordnen lassen. Es wird im zweiten Teil wahrscheinlich gemacht, daß einige, wenn nicht alle dieser Sterne veränderliche Spektren besitzen, von der Art, wie die neuen Sterne bei ihrem Aufleuchten, und daß somit diese Sterne jenen periodischen Wechsel der neuen Sterne, den man für die Haupteigentümlichkeit der neuen Sterne hielt, ständig durchmachen.

3. von Herrn W. v. Buddenbrock (Heidelberg, z. Zt. im Felde): *Einige Bemerkungen über den Lichtsinn der Pulmonaten*. Vorgelegt von Herrn Bütschli. Nach einer Mitteilung von Yung soll die Weinbergschnecke völlig blind und lichtunempfindlich sein. Entgegen dieser an sich sehr unwahrscheinlichen Behauptung kann leicht festgestellt werden, daß sowohl die genannte Art (*Helix pomatia*) als auch *H. hortensis* in folgender Weise auf Licht reagieren:

1. Im roten Licht, welches niedere Tiere im allgemeinen nicht wahrnehmen, vollführt die Schnecke häufig eigentümliche Suchbewegungen, bei denen sie den Vorderkörper vom Boden emporhebt und im Raume herum sucht.
2. In völliger Dunkelheit ist häufig zu beobachten, daß die Schnecke nicht wie gewöhnlich einigermaßen geradeaus kriecht, sondern sich in komplizierten Spiralen und Schleifen bewegt (Desorientierung).
3. Auf plötzliche Beschattung hin zieht die Schnecke die Fühler ein und kriecht unter Umständen sogar ganz in ihr Haus zurück.
4. Die Schnecke vermag ihr in den Weg gelegten Hindernissen in einer Entfernung von ca. 10 cm geschickt auszuweichen, auch dann, wenn durch experimentelle Anordnung jede andere als die optische Erkennbarkeit des betreffenden Gegenstandes ausgeschlossen ist.

4. von Herrn Paul Stückel (Heidelberg): *Neue Beiträge zur Flächentheorie*. Im ersten Teile der Abhandlung wird nachgewiesen, daß das übliche Verfahren, das Verhalten einer krummen Fläche in der Umgebung eines regulären Punktes zu untersuchen, mangelhaft ist und gezeigt, daß erst bei Heranziehung des Weierstraßschen Vorbereitungssatzes eine strenge Herleitung gelingt; gleichzeitig wird auf dieser Grundlage der bisher unvollständig erforschte Fall des parabolischen Punktes in abschließender Weise erledigt. — Im Anschluß daran bringt der zweite Teil eine neue Ableitung der Gleichungen für die Haupttangente und die Hauptkrümmungshalbmesser einer krummen Fläche, bei der weder eine Maximal- und Minimalbetrachtung, noch die Benutzung der benachbarten Flächennormalen erforderlich ist.

Die Klasse wählte sodann die Herren Professor Dr. Braus (Heidelberg), Geh. Hofrat Professor Dr. Ernst (Heidelberg) und Geh. Hofrat Professor Dr. Salomon (Heidelberg) zu außerordentlichen Mitgliedern.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

10. Januar.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Herr Herglotz legt für die Berichte eine Arbeit von Prof. W. Blaschke *Ein Mittelwertsatz* vor, Herr Neumann eine zweite Abhandlung über *Das allgemeine Cauchysche Theorem, zur Vervollständigung der am 7. Dezember 1914 gemachten Mitteilung*. Herr Rinne spricht im Anschluß an eine in der vorigen Sitzung vorgelegte Arbeit von Prof. Niggli und unter Demonstration von Modellen über die Struktur der Kristalle.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

8. Januar. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr A. Sommerfeld gab in einer Arbeit: *Die Feinstruktur der Wasserstoff- und Wasserstoff-ähnlichen Linien* die experimentellen Belege für die in der letzten Sitzung vorgetragenen quantentheoretischen Gesichtspunkte. Diese Belege werden entnommen teils den der Beobachtung noch gerade zugäng-

lichen feinsten Dubletts und Triplets von Wasserstoff, Helium und Lithium, teils den K- und L-Serien der charakteristischen Röntgenstrahlung, in welchen die Wasserstoff-Dubletts bei den schweren Elementen auf das Millionenfache vergrößert erscheinen.

(Erscheint in den Sitzungsberichten zusammen mit der Abhandlung vom Dezember 1915.)

2. Herr S. Finsterwalder legte für die Sitzungsberichte eine Abhandlung von L. Berwald in Prag vor: *Über die algebraisch rektifizierbaren Kurven im Nicht-Euklidischen Raume.*

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Zeitschrift für Instrumentenkunde, Dezember 1915.

Über einen Reihenbilder-Apparat mit optischem Ausgleich der kontinuierlichen relativen Bildwanderung; von H. Lehmann. Der neue Apparat ist die kinetische Umkehrung des Prinzips des „optischen Ausgleichs der kontinuierlichen Filmbandwanderung“. Hier bewegen sich Filmbilder nur bei einem jeden solchen zugeordneten optischen System bei ruhendem „Fenster“ (der „Bildbühne“, dem Mittel der Strahlenbegrenzung bei der Projektion), während bei mir letzteres bewegt wird und Bild und Optik ruht. Der Vorteil der Neukonstruktion liegt in der Verbilligung des Materialverbrauches, der Vereinfachung der Wiedergabe und Aufnahme und in der Verwendungsmöglichkeit der Platten.

Ein einfacher elektrischer Fernauslöser für schwer erreichbare Kameras; von Adolf Hnatek. Der Verschluß besteht aus zwei Klappen, deren erste, in aufnahmebereitem Zustand durch einen Sperrhaken festgehalten, vor dem Objektiv liegt. Wird der Sperrhaken bei Stromgabe in einen Elektromagneten gelöst, so schnell die Klappe durch Federzug auf, das Objektiv wird frei. Bei dieser Bewegung wird durch einen auf der Klappenachse feststehenden Hebel ein Zwischenarm an einen zweiten Sperrhaken geschoben, welcher die zweite Klappe offen hält. Bei einem neuerlichen Stromschluß löst derselbe Elektromagnet nun mit Hilfe des Zwischenarmes diesen zweiten Sperrhaken aus, und die dadurch losgelassene zweite Klappe schnell, ebenfalls durch Federzug, vor das Objektiv, dasselbe wieder verschließend.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Januar 1916.

Bekanntmachung über die Prüfung von Thermometern in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Über das thermische Verhalten einiger komprimierter und kondensierter Gase bei tiefen Temperaturen; von A. Eucken. Messungen der spezifischen Wärme von stark komprimiertem He und H₂ sowie von festem und flüssigem Ar, N₂, O₂, CO und CO₂ werden mitgeteilt. Bemerkenswert ist das Auftreten je eines Umwandlungspunktes beim N₂ (35° abs.), CO (60° abs.) und zweier Umwandlungspunkte bei O₂ (23,5° und 42,5°). Ferner wurden Schmelz-, Umwandlungs- und Verdampfungswärmen der genannten Gase gemessen, soweit sie innerhalb des untersuchten Temperaturgebietes (15° — 95° abs.) lagen.

Über den Wärmehalt einatomiger Flüssigkeiten; von A. Eucken. Bei hohen Temperaturen gilt für einatomige Flüssigkeiten das Dulong-Petitsche Gesetz. Nach tiefen Temperaturen zu nimmt die spezifische Wärme ähnlich wie bei festen Körpern ab; der Temperaturverlauf kann durch die gleiche Funktion wie dort (Debye) dargestellt werden, wenn man den Parameter Θ als mit der Temperatur veränderlich ansieht. Man erhält einen guten Anschluß an die Erfahrung, wenn man $\Theta \sim \sqrt{\text{Energie}}$ setzt und dabei ohne eine Nullpunktsenergie rechnet.

Über das Wärmeleitvermögen einiger Metalle bei tiefen Temperaturen; von Rolf Schott[†], bearbeitet von A. Eucken.

Eine einfache Beziehung der Verdampfungswärme bei Substanzen mit der reduzierten Gaskonstanten $R = 3\frac{1}{2}$; von L. Schames. Sowohl nach der Isothermenmethode von Schames als auch direkt aus den kritischen Daten ergibt sich die reduzierte Gaskonstante der ein- und zweiatomigen Substanzen (mit Ausnahme von He und H₂) und scheinbar auch der einfachsten Kohlenwasserstoffe exakt gleich der Grenzdichte für $p = T = 0$ gleich 3%. Für diese Gruppe, bei der jede kritische Opaleszenz fehlt, folgt eine einfache Beziehung für die Verdampfungswärme $L = (d_2 - d_1) \cdot \text{konst.}$; die Konstante ergibt sich reduziert für Äthylen und Stickstoff zu 7, für Sauerstoff zu 6%, für Argon zu 6%. Außerdem verhält sich hier die Dichte der Flüssigkeit zu der der festen Substanz wie die Verdampfungswärme zur Sublimationswärme.

Über die Hochfrequenzspektren des Jods und des Tellurs; von Manne Siegbahn. Es werden die Hochfrequenzspektren (K-Reihe) der zwei Elemente Jod und Tellur nach der Primärstrahlungsmethode untersucht. Die Atomzahlen der Elemente ergeben sich daraus zu Te 52 und J 53, übereinstimmend für die α_1 - und β_1 -Linien der K-Reihe.

Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 1/2, 1916.

Die Leitfähigkeit und die elektrische Erregbarkeit flüssiger Isolatoren; von D. Holde. (Vortrag gehalten in der Bunsen-Gesellschaft am 18. Oktober 1915.) Es wird gezeigt, daß Benzine in der Regel spezifische Leitfähigkeit von $\kappa = 10^{-14}$ bis 10^{-15} haben, die aber durch kleine Gefäßverunreinigung auch auf 10^{-13} steigen kann. In letzterem Fall werden die hohen elektrischen Ladungen des durch Ströme erregten Benzins beim Auffangen desselben in geerdeten Metallgefäßen durch die bloße Leitfähigkeit nahezu momentan zur Erde geleitet. Diese für die Beurteilung der Gefahrenfrage auch bei Benzol und Äther sehr günstige schnelle Ableitung tritt aber auch bei schlechter leitendem Benzin ($\kappa = 10^{-14}$ bis 10^{-15}) bei geerdetem Gefäß ein, weil die Ladung des Benzins infolge der Durchwirbelung desselben im Auffangegefäß momentan an die Wandungen mechanisch gebracht werden. Es wird auch die Möglichkeit erwähnt, daß der nicht mehr geriebene flüssige Isolator überhaupt nicht imstande ist, körperliche Ladung zu behalten.

Über die Oberflächenspannung frischer Oberflächen von reinem Wasser und Salzlösungen; von G. Meyer. (Nach Versuchen von Dr. H. Stocker.) Die Oberflächenspannungen von reinem Wasser und Salzlösungen sind unter Benutzung der frischen Oberflächen schwingender Flüssigkeitsstrahlen gemessen worden, indem man die Wellenlänge nach einer neuen optischen Methode und die Ausflußgeschwindigkeit des Strahles ermittelte. Es ergab sich das Resultat, daß die Oberflächenspannung frischer Flächen von Wasser und Salzlösungen wenig von der gealterter Flächen abweicht, daß zwischen dem

Oberflächenspannungen frischer und gealterter Flächen ein systematischer Unterschied von rund 0,5 Dynen/cm besteht, und daß die Oberflächenspannung frischer Flächen stets kleiner gefunden wird als die gealterter.

Das metallische Calcium und seine Anwendung in der Gasanalyse; von A. Sieverts. Käuflisches metallisches Calcium hat gewöhnlich die Eigenschaft, zwischen 300° und 650° Stickstoff zu absorbieren, am schnellsten bei etwa 440°. Zwischen 650° und dem Schmelzpunkt aber ist es gegen Stickstoff inaktiv. Diese Eigenschaften des Metalls ändern sich mit seinem Gefüge. Auch für das Verhalten gegen Wasserstoff wurde Ähnliches gefunden. Die Fähigkeit des Calciums, bei mäßigen Temperaturen quantitativ in Nitrid überzugehen, wurde für ein Verfahren zur Bestimmung der Edelgase benutzt.

Über die Atomgewichte der Isotopen Thorium und Ionium; von O. Hönigschmid. Thorium, das aus Uranerzen isoliert wird, muß ein Gemisch der Isotopen Thorium und Ionium sein. Da sich nun für Ionium auf Grund der Zerfallstheorie das Atomgewicht 230,0 berechnen läßt, muß das untrennbare Isotopengemisch ein niedrigeres Atomgewicht besitzen als reines, aus uranfreiem Erz isoliertes Thorium. Es wurden durch Analyse des Bromids die Atomgewichte von reinem Thor aus Monazit und von Thor-Ionium aus Pechblende bestimmt. Obwohl beide Präparate chemisch und spektroskopisch vollständig identisch erschienen, absolut frei von jeglichen Verunreinigungen, wurde für reines Thorium das Atomgewicht $232,15 \pm 0,017$ und für das Thor-Ionium das Atomgewicht $231,51 \pm 0,015$ ermittelt. Das letztere Präparat enthält demnach ca. 30% Ionium. Es ist stark α -aktiv und sein Bromid leuchtet im Dunkeln blauviolett, ebenso intensiv wie Radiumbromid.

Über die Schwärze von Tintenflecken auf Papier; von Werner Mecklenburg. Für die Beurteilung der für Dokumente amtlich vorgeschriebenen Eisengallustinten ist nach Schluttig und Neumann die Schwärze der damit hergestellten Schriftzüge von Bedeutung, weil die Schriftzüge gegen Wasser, Licht und Luft um so widerstandsfähiger sind, je schwärzer sie sind. Ein Verfahren zur Messung des Schwärzegrades von Tintenflecken ist im Königlichen Materialprüfungsamt zu Lichterfelde-West bei Berlin ausgearbeitet worden; es beruht im wesentlichen auf einer Messung des Reflexionsvermögens des Papiers vor und nach der auf ihm (in definierter Weise) erzeugten Tintenflecken.

Über die Doppelbrechung des Vanadinpentoxydsols; von H. Freundlich. Das Vanadinpentoxydsol ist ein neues Urbild einer Flüssigkeit, die in Bewegung doppelbrechend wird, weil seine Teilchen stäbchenförmig sind. Man kann sowohl erreichen, daß ein umgrenztes Stück von fließendem Sol sich wie die Platte eines optisch einachsigen Kristalls verhält, die man parallel zur Achse geschnitten hat, wie man auch in konvergentem Licht das Achsenkreuz erzielen kann. Diese Erscheinungen tragen dazu bei, das sog. Phänomen von Majorana aufzuklären. Das Vanadinpentoxydsol ist auch in gewissem Sinn ein vergrößertes Modell der flüssigen Kristalle.

Über Anoden- und Welnelteffekt; von G. Osterheld und E. Brunner. Bei der Schmelzelektrolyse von Berylliumfluorid-Natriumfluorid-Gemischen wurde, je nach der Zusammensetzung der Schmelze, das mehr oder weniger häufige Auftreten des Anodeneffektes beobachtet. Es ließ sich feststellen, daß die Erscheinung stets durch das Überschreiten einer bestimmten Anodenstromdichte verursacht wird, deren Größe allerdings sehr stark von den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Schmelze abhängig ist. Oscillographische Aufnahmen geben einen Einblick in die Natur des Vorgangs und seine Beziehungen zum Welnelteffekt.

Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik; Band 55, Heft 4, 1915.

Anatomische Untersuchungen über die Jahresringbildung von Pectona grandis; von Fr. Geiger. Bei der makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung von aus verschiedenen Gegenden Javas stammenden Hölzern von *Pectona grandis* ergab sich, daß Unterschiede im Klima und in der geologischen Beschaffenheit des Bodens von großer Bedeutung für die Ausbildung der Jahresringe sind. Jahresringe von Hölzern, die aus klimatisch und geologisch scharf getrennten Zonen Javas stammten, ließen sowohl im makroskopischen als auch im mikroskopischen Bau ganz auffallende Unterschiede erkennen.

Untersuchungen über den Nadelfall der Koniferen; von F. W. Neger und J. Fuchs. Der Nadelfall wird in den meisten Fällen durch Wasserverlust — sei es infolge äußerer Einflüsse, sei es von Altersschwäche — veranlaßt. In einzelnen Fällen sind besondere Faktoren wirksam (Mazeration), zuweilen unterbleibt er ganz mangels einer Trennungsschicht oder wenn die Gewebe des Blattpolsters und die Nadelbasis gleichmäßig schwinden. Die anatomischen Verhältnisse der Trennungsschicht bei den einzelnen Gattungen werden eingehend beschrieben und dabei bemerkenswerte Unterschiede festgestellt. Im zweiten Kapitel werden die Ursachen des sog. Frostschutzes experimentell ermittelt. Die einzelnen Nadeljahrgänge erwachen im Frühjahr ungleich schnell zur Lebenstätigkeit. Die am frühesten erwachenden sind daher vom Kältetod am meisten bedroht.

Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte; Bd. 50, Heft 2, 1915.

Untersuchungen über Maul- und Klauenseuche. IV. Mitteilung; von E. Kallert. Die Untersuchung der bei Maul- und Klauenseuche im Pansen des Rindes vorkommenden Veränderungen hat ergeben, daß diese in ihrem histologischen Aufbau den an anderen Körperstellen auftretenden typischen Blasen völlig entsprechen und sich von ihnen nur durch einen Bluterguß in die Blase und frühzeitigen Verlust der Blasendecke unterscheiden.

Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Argentinien; von Wehrle.

Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate (1. Mitteilung); von R. Heise. Zunächst wird die Einrichtung und Leistung des benutzten technischen Ozonisierungsapparates beschrieben. Dann folgen Versuche mit *Bacterium coli* comm. bei einer Ozonkonzentration von etwa 2 mg im Liter. Die bakterizide Wirkung des Ozons trat nur in Erscheinung, wenn es auf *einzelnen* an der Oberfläche des Nährbodens liegende Keime einwirken konnte. 24 Stunden alte Kolonien von *Bacterium coli* wurden selbst durch wiederholte Ozonierung nicht wesentlich beeinflusst. Auf ozonisierter Fleischwasserpeptongelatine war eine Hemmung des Wachstums bemerkbar.

Chemische Untersuchungen zur Beurteilung des Strohmehl als Futter- und Nahrungsmittel; von W. Kerp, Franz Schröder und B. Pfyl.

Prüfung tragbarer Wasserfilter auf Keimdichtigkeit; von Spitta. Die mit verfeinerter Methodik vorgenommene Prüfung zweier für militärische Zwecke bestimmter Filtertypen der Berkefeld-Filter-Gesellschaft in Celle führte im wesentlichen zu gleich günstigen Ergebnissen, wie sie im großen und ganzen andere Untersucher früher gefunden haben, d. h. die Filter lieferten eine gewisse Zeit hindurch bakteriologisch befriedigende Filtrate. Die Versuche zeigten aber, daß hierzu eine kontinuierliche, nicht eine stoßweise Beanspruchung der Filter Vorbedingung ist. Die vergleichsweise Prüfung eines gewöhnlichen „Taschenfilters“ ohne Herkunftsbezeichnung ließ die bedeutende Überlegenheit der Berkefeldfilter und die Bedenklichkeit dieser minderwertigen Filtersorten klar erkennen.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY

RECEIVED

APR 4 1916

.....

U. S. Department of Agriculture

Heft 7.

18. Februar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Botanische Diagnostik der Rauchschäden im Wald. Von *Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt*. S. 85.

Zur Geschichte der Entdeckung Julius Robert Mayers. Von *Dr. Ernst Jentsch, Obernigk*. S. 90.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die Julischen Alpen und das Tal des Isonzo. S. 93.

Physikalische Mitteilungen. S. 95—96.

Fresnelscher Spiegelversuch. Photographische und photogrammetrische Schülerübungen. Linsen-Refraktometer. Verhalten von Selen- und Schwefelantimonzellen bei der Temperatur der flüssigen Luft. Verhalten des Elastizitätsmoduls bei höheren Temperaturen. Leitfähigkeit des Selen. Reflexionsvermögen im Ultraviolett. Wirksame Wellenlänge. Ultraviolett-Photographie für astronomische Zwecke. Schwingungsvorgänge im elektrischen Funken.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Julius Robert Mayer

Seine Krankheitsgeschichte und
die Geschichte seiner Entdeckung

- Von

Dr. Ernst Jentsch

Preis M. 4.—; in Leinwand gebunden M. 4.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Chemische Untersuchungen zur Beurteilung des Strohmehl als Futter- und Nahrungsmittel

Von
Geh. Reg.-Rat Dr. W. Kerp, Dr. Franz Schröder,
Direktor Ständiger Mitarbeiter
und
Dr. B. Pfyl,
Wissenschaftlichem Mitarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte

Mit 6 Tafeln

(Sonderabdruck aus „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“ Band L Heft 2)

Preis M. 2.20

Vor kurzem erschien:

Papierprüfung

Eine Anleitung zum Untersuchen von Papier

Von

Professor **Wilhelm Herzberg**

Vorsteher der Abteilung für papier- und textiltechnische Untersuchungen
am Königlichen Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 98 Textfiguren und 23 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

Nährwerttafel

Gehalt der Nahrungsmittel an ausnutzbaren Nährstoffen, ihr Kalorienwert und Nährgeldwert, sowie der Nährstoffbedarf des Menschen.

Graphisch dargestellt von

Dr. J. König

Geh. Reg.-Rat, o. Professor an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Elfte, verbesserte Auflage, 2. Abdruck

Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

18. Februar 1916.

Heft 7.

Die Botanische Diagnostik der Rauchschäden im Wald.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

Selbst für den erfahrenen Beurteiler von Rauchschäden ist es zuweilen äußerst schwierig, mit Sicherheit zu entscheiden, ob in einem bestimmten Fall wirklich Erkrankung durch Rauchgase vorliegt, oder ob die beobachtete Schädigung durch atmosphärische Einflüsse bedingt ist. Namentlich Frost- und Trockenheitswirkungen zeigen häufig so große äußere Übereinstimmung mit Rauchbeschädigung, daß eine scharfe Unterscheidung nahezu unmöglich ist. Unter diesen Umständen wurde die Angabe R. Hartigs (1896), daß Rauchschäden bei Koniferen mit Sicherheit an der Rötung der Schließzellen zu erkennen seien, von den Rauchexperten mit großer Genugtuung aufgenommen. Leider war die Freude verfrüht. Denn sehr bald sollte sich zeigen, daß, wie Wieler¹⁾ nachwies, das Merkmal der Spaltöffnungs-rötung durchaus unzuverlässig ist, indem einerseits nicht alle Nadelhölzer die Erscheinung zeigen²⁾, andererseits die Rötung selbst bei starker Einwirkung saurer Gase vollkommen ausbleiben kann (s. u.).

Auch Sorauer³⁾ bestritt die Zuverlässigkeit des genannten Merkmals. In der unten zitierten Abhandlung führt er aus, daß die Rotfärbung der Schließzellen sich einstelle, wenn „die Nadeln unter Lichtwirkung sich langsam ausleben“.

Andere wieder, wie von Tubeuf⁴⁾, halten an der Gültigkeit des Hartigschen Merkmals fest.

Angesichts der Wichtigkeit dieses Phänomens für die praktische Rauchexpertise unternahm ich⁵⁾ es, die Ursachen der Spaltöffnungs-rötung einer erneuten Prüfung zu unterwerfen und kam dabei zu folgendem Resultat:

Zunächst konnte ich Wieliers Befund bestätigen, nämlich das Ausbleiben der Rotfärbung, wenn die in den Schließzellen enthaltene gerbstoffähnliche Substanz auf irgendeine Weise, z. B. durch Auslaugen, entfernt worden ist.

Wenn Zweige von Fichte, Tanne oder andren Nadelhölzern, die sonst die Rötung zeigen, einige

Minuten in kochendem Wasser gebrüht werden, so tritt *unter keinen Umständen* mehr die Rötung des Schließzelleninhalts ein.

Es muß hier eingeschaltet werden, daß für die fragliche Reaktion nur die älteren Nadeln in Betracht kommen; denn nur an diesen scheinen die Schließzellen den die Rötung bedingenden Gerbstoff zu enthalten, während neu gebildete Nadeln (Maitriebe) diesen Stoff noch nicht besitzen. Demgemäß tritt die Rötung bei jungen Nadeln nie oder höchstens in schwacher Tönung auf. Daß Wieler Recht hat, wenn er sagt, die Rötung sei kein sicheres Symptom für Rauchwirkung, geht aus einigen Versuchen hervor, bei welchen hoch konzentrierte Rauchgase (SO_2 , HCl) auf Fichtentriebe einwirkten, ohne daß von einer Schließzellen-rötung etwas zu erkennen war. Es war mir allerdings nicht möglich, zu ermitteln, was die Ursache des Ausbleibens der Reaktion war. Vermutlich wird der die Rötung bedingende Stoff durch hoch konzentrierte Säuren zerstört. Andererseits gelang es mir, die Rötung durch eine Reihe von anderen Eingriffen zu erzielen, womit bewiesen ist, daß wir es *nicht* mit einer *spezifischen Reaktion der Schließzellen auf Rauchgase* zu tun haben. Indessen kam ich bei meinen Versuchen zu Ergebnissen, die wesentlich abweichen von den Angaben Sorauers. Denn nicht nur, wie dieser behauptet, beim „langsamen Ausleben am Licht“, sondern auch bei plötzlichem Tod und sogar unter Lichtabschluß trat die Rötung in überaus deutlicher Weise ein, so bei Frost (Zweige wurden im Mai einer Kältemischung von $-(6-8)^\circ$ ausgesetzt), Heißluft (mittels Föhnapparat), durch mechanische Verletzung (in der Nachbarschaft mechanischer Wunden erfolgte sehr lebhaft Rötung), Tod unter dem Einfluß parasitischer Pilze (*Lophodermium macrosporum*, *Herpotrichia nigra*, *Chrysomyxa abietis* u. a.). In fast allen diesen Fällen konnte nachgewiesen werden, daß das Licht für das Zustandekommen der Rötung vollkommen belanglos ist; so trat die Rötung (nach ca. 24 Stunden) in überaus drastischer Weise ein, wenn Fichtentriebe 1–2 Minuten einem Heißluftstrom von ca. 70° ausgesetzt und dann dunkel gehalten wurden. Wesentlich scheint allerdings Sauerstoffzutritt zu sein. Und dies ist leicht einzusehen, da ja offenbar ein gerbstoffartiger Körper der Träger der Reaktion ist.

Die Schließzellenrötung ist also kein Kriterium für Rauchgaswirkung. Sie tritt bei verschiedenen Todesursachen ein und ist unabhängig von der Lichtwirkung. Sie kann bei der Einwirkung hochkonzentrierter saurer Gase sogar ganz ausbleiben.

¹⁾ Über unsichtbare Rauchschäden bei Nadelbäumen (Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1897).

²⁾ Nach Wieler bleibt sie aus bei Tanne, Weymouthskiefer, Kiefer, Lärche. Ich fand indessen sowohl bei Tanne wie bei Weymouthskiefer Schließzellenrötung.

³⁾ Die mikroskopische Analyse rauchbeschädigter Pflanzen (Sammlung von Abh. über Abgase, herausgegeben v. H. Wislicenus, Heft 7, 1911).

⁴⁾ Nach persönlicher Mitteilung.

⁵⁾ Rauchwirkung, Spätfrost und Frosttrocknis und ihre Diagnostik (Thar. forstl. Jahrb. Bd. 66, 1915).

Dieser vorwiegend negative Befund, durch den das so willkommen geheiene *Hartigsche* Rauchschadenmerkmal ein für allemal aus der Welt geschafft wird, gibt nun Veranlassung Umschau zu halten, ob es etwa andere Merkmale gibt, welche sichere Handhaben gewähren zur Unterscheidung von Rauchgasbeschdigungen von den habituell ähnlichen Krankheitsbildern infolge von Witterungseinflüssen (Frost, Hitze, Trockenheit).

Da ist zunächst zu erwähnen, daß das von Praktikern häufig angefuhrte und als für Rauchgaswirkung charakteristisch bezeichnete Bild der *fuchsroten Färbung* der jungen Triebe (von Nadelhölzern) ebensowohl durch andere Faktoren als durch Rauchgase, insbesondere durch Spätfrost, hervorgerufen werden kann. Es gibt uns dies gleichzeitig Anlaß, den Bedingungen dieser Rötung auf den Grund zu gehen.

Wenn man beobachtet, daß an abgeschnittenen und vertrocknenden Fichtenzweigen diese Rötung vollkommen ausbleibt, während z. B. in der Nähe von Waldarbeiterlagerfeuern die Fichtentriebe geradezu leuchtendrote Farbe annehmen, so könnte man leicht zu der Annahme neigen, daß die *Art der Todesursache* darüber entscheidet, ob die Nadelrtung eintritt oder nicht. Dies ist aber, wie wir sehen werden, nicht der Fall. Die Verfärbung der grünen Fichtennadeln in mehr oder weniger leuchtendes Rot *stellt sich stets ein, wenn die auf irgend eine Weise* (Frost, Hitze, Rauchgase u. a.) *getöteten Nadeln längere Zeit dem intensiven Tageslicht* (am besten dem direkten Sonnenlicht) *ausgesetzt werden und noch einen gewissen Gehalt von Wasser besitzen*. Werden Fichtennadeln nach der Tötung im Dunkeln gehalten, so bleiben sie grün (höchstens nehmen sie einen Stich ins Gelbgrüne an), ebenso, wenn Nadeln nach mehr oder weniger weitgehender Entwässerung dem Licht ausgesetzt werden¹⁾.

Hieraus ergibt sich: *die rote Färbung abgestorbener Nadelholztriebe* (auch die *Schttefrbung* der Kiefer) ist ein *postmortaler Vorgang*, zu dessen Eintritt einerseits ein gewisser Wassergehalt, andererseits intensives Licht nötig ist. Als dritter ursächlicher Faktor kommt auch hier — wie bei der Rötung der Schließzellen — Luftzutritt in Betracht.

Es leuchtet demnach ohne weiteres ein, daß die Rotfärbung der Nadelholztriebe, die freilich bei Rauchwirkungen sehr häufig beobachtet wird, keineswegs ein spezifisches Merkmal für diesen vegetationsfeindlichen Faktor darstellt. Sie kann sich ebensowohl nach Tod durch Frost, durch Pilze (Schütte) u. a. einstellen, vorausgesetzt, daß die übrigen oben genannten Faktoren verwirklicht sind.

Nur intensive Trockenheitswirkungen äußern

¹⁾ Näheres hierüber: *Neger* und *Fuchs*, Studien über den Nadelfall der Koniferen (Pringsheims Jahrb. wiss. Bot. 1915 [im Druck]).

sich — wenigstens bei Fichte, Tanne u. a. — zuweilen in anderer Weise, und hier bietet sich — allerdings nur bedingt — eine Handhabe, die Wirkung langandauernder Trockenheit von derjenigen der Rauchgase (sowie des Frostes) zu unterscheiden. Man kann in Jahren äußersten Regenmangels (1904, 1911, 1915) leicht beobachten, daß die Wirkungen des Wassermangels sich vorwiegend an jüngeren Bäumen, deren Wurzelsystem nicht in bedeutende Tiefe geht, bemerkbar machen, weit weniger an älteren Bäumen (Stangen- oder Altholz); und zwar bleiben die jüngsten (Mai-) Triebe am längsten frisch, während die älteren Nadeln zuerst vertrocknen und dann in der Regel abfallen¹⁾. Werden aber auch

¹⁾ Diese Erscheinung, die ich übrigens nicht nur in der Natur, sondern bei künstlichen Versuchen im Vegetationshaus beobachtete, ist bisher anscheinend wenig beachtet worden, weshalb auch eine Erklärung dafür noch aussteht. Man könnte eine solche entweder darin suchen, daß, etwa wie bei den Mangrovepflanzen, durch Wasserverlagerung — *Displacement* — eine Versorgung der jüngsten Triebe von den alten her stattfindet, oder einfach darin, daß die jüngeren Triebe sich gegen Wasserverlust — durch größere Beweglichkeit der Stomata — besser schtzen können als die älteren. Um zu entscheiden, was Geltung hat, stellte ich folgende Versuche an: Abgeschnittene Zweige wurden an der Schnittfläche mit Wachs-Kolophonium verschlossen, und zwar teils einjährige, teils ein- bis n-jährige. Dann wurden beide Reihen drei bis elf Tage an der Luft liegen gelassen und schließlich — natürlich unter Ausschl der Verschlusmasse — der Wassergehalt der *einjährigen* Triebe ermittelt (durch Trocknen bis zur Gewichtskonstanz). Es wurden dabei folgende Zahlen ermittelt:

<i>Douglastanne</i> (nach 3 tägigem Liegen an der Luft):		
a)	jüngste Triebe allein	60.9 % Wassergehalt
b)	jüngste Triebe (in Verbindung mit den älteren)	59.9 %
<i>Eibe</i> (nach 11 tägigem Liegen an der Luft):		
a) }	wie oben	{ 44.0 %
b) }		{ 35.8 %

Die für sich allein der Vertrocknung ausgesetzten jüngsten Sprosse haben also (am Schluß des Versuches) einen höheren Wassergehalt als die mit älteren Trieben in Verbindung stehenden. Sehr auffallend ist der Unterschied bei der Eibe, wo er übrigens äußerlich schon erkennbar war. Die mit a) bezeichneten Sprosse fühlten sich am elften Tage noch vollkommen frisch und turgescent an, die mit den älteren Trieben in Verbindung stehenden jüngsten Sprosse b) erwiesen sich zusammengeschrumpft.

Somit steht fest, daß ein *Displacement* (Verlagerung) des Wassers aus den älteren in die jüngeren Triebe nicht stattfindet, vielmehr zehren umgekehrt die älteren von dem Wasserkapital der jüngeren, sofern sie mit diesen noch in Verbindung stehen.

Das Frischbleiben der jüngsten Triebe bei lang andauernder Trockenheit kann also nur auf einen besseren Schluß der Stomata zurückzuführen sein; dies geht teils aus dem oben mitgeteilten Versuch, teils aus anderen vergleichenden Versuchen über die spezifische Transpiration der einzelnen Nadeljahrgänge hervor. (Vgl. diese Zeitschrift Bd. III, S. 241, Anm. 2.) Werden die einzelnen Nadeljahrgänge jeder für sich auf Wasserverlust untersucht (nach Abschluß der Schnittwunden durch Wachs-Kolophonium), so ergibt sich, daß die spezifische Transpiration (d. h. der Wasserverlust bezogen auf den Wassergehalt) um so größer ist, je älter die Nadeln sind:

die jüngsten Triebe der Fichte durch den Wassermangel getötet — was namentlich an jüngeren Bäumen auf flachgründigem, steinigem Boden beobachtet wird —, dann *verbleichen sie* und nehmen höchstens eine schwach gelbrote Farbe an. Offenbar fehlt das zur Rotfärbung nötige Wasser (s. o.).

Erst bei nachträglicher Befeuchtung (durch Regen, Tau) können auch die gebleichten Triebe — vorausgesetzt, daß die Nadeln noch nicht abgefallen sind — fuchsrote Farbe annehmen (was aber nicht immer der Fall ist). Man wird also im allgemeinen Trockenheitwirkung an jüngsten Fichtentrieben von der durch Rauchgase erfolgten Tötung an der Färbung gut unterscheiden können. Anders liegen die Verhältnisse bei Laubhölzern. Jene charakteristische Fleckenbildung, die hauptsächlich den Blattrand und das zwischen den Nerven befindliche Spreitengewebe ergreift, tritt in ganz ähnlicher Weise nach Rauchgaswirkung wie nach langandauernder Trockenheit auf. Eine Entscheidung über die Krankheitsursache ist also bei Laubhölzern auf Grund des Krankheitsbildes in der Regel kaum möglich.

Aber auch bei den Nadelhölzern bedarf es sehr sorgfältiger Berücksichtigung aller etwa in Betracht kommenden ursächlichen Momente, um sich vor Fehlschlüssen bei der Beurteilung von Rauchschäden oder anderen Erkrankungen zu hüten.

Denn daß die verschiedenen Nadeljahrgänge in ungleicher Weise reagieren, kommt nicht nur bei Trockenheit, sondern unter Umständen auch bei Frost- und Rauchgaswirkungen vor.

Es möge dies an einigen Beispielen ausgeführt werden. Daß die jüngeren Nadeln leichter getötet werden als ältere, wobei die Jahrestriebgrenze scharf trennt, wird besonders bei Spätfrostwirkung *vor* Entwicklung der Maitriebe beobachtet und ist folgendermaßen zu erklären: Die jüngsten (*einmal* überwinterten) Jahrestriebe erwachen bei starker Besonnung (im Spätwinter) früher zur Lebenstätigkeit als die älteren (zwei-, dreimal überwinterten), deren Lebenstätigkeit ohnehin etwas träger geworden ist. Wenn dann Kälterückschläge (im März oder April) kommen, so erfrieren die schon zur Assimilationstätigkeit erweckten (*einmal* überwinterten) Nadeln, während die älteren (ohnehin noch im winterlichen Ruhezustand befindlichen) Nadeln nicht im geringsten beschädigt werden¹⁾.

Spezifische Transpiration nach 48 Std.

	1jährig	2jährig	3jährig	4-5jährig
Fichte.	12,93	16,27	17,58	—
Tanne.	10,95	18,58	—	—
„	—	9,95	12,39	14,3
Eibe.	7,1	9,7	—	—
Kiefer.	13,04	14,46	—	—

¹⁾ Auch bei den meist weniger häufigen Spätfrostn nach der Entwicklung des Maitriebes kann man beobachten, daß die jüngsten (eben entwickelten) Nadeln empfindlicher sind als die älteren, so daß nur die ersten sich röten, die letzteren aber größtenteils grün bleiben. Es kommt hier natürlich auf den Grad der Frostwirkung an, indem bei mäßiger Kälte nur die jüngsten Nadeln, bei heftigem Frost dagegen alle Nadeln erfrieren.

Es gelang mir, diese Verhältnisse experimentell klarzulegen. Fichtentriebe wurden kurz *vor* dem Austreiben einer Kältemischung von 8—10° Kälte ausgesetzt, und dann die einzelnen Nadeljahrgänge mittelst Plasmolyse auf den Lebenszustand untersucht. Es zeigte sich, daß im letzten Jahrgang alles Leben erloschen war, während die älteren Nadeljahrgänge wenig oder garnicht geschädigt waren.

Im weiteren Verlauf fielen dann die jüngsten Nadeln ab, nachdem sie sich am Licht rotgefärbt hatten, während die älteren hängen blieben (Fig. 1). Diese Erscheinung tritt Jahr für Jahr in unseren Fichtenwäldern in stark ausgeprägter



Fig. 1. zeigt, daß die einzelnen Nadeljahrgänge im ersten Frühjahr (Mai) in sehr verschiedener Weise auf Frost (ca. — 8° C) reagieren, d. h. sie werden um so weniger geschädigt, je älter sie sind.

Weise auf und wird *überaus häufig als Rauchwirkung angesprochen*. Sie findet sich aber auch — was entscheidend ist — in weiter Entfernung von Rauchquellen und hat also damit nichts zu tun.

Übrigens kann die gleiche Erscheinung auch als Folge von Frühfrost (im Spätherbst) auftreten und ist dann folgendermaßen zu erklären: Die neugebildeten Nadeln (namentlich von Johannestrieben) kommen viel später zur Winterruhe als die älteren und sind daher der Gefahr, durch Frühfröste geschädigt zu werden, in besonders hohem Maße ausgesetzt.

Allerdings kann nicht geleugnet werden, daß häufig auch bei akuten Rauchschäden die jüng-

sten Nadeljahrgänge mehr leiden als die älteren, indem erstere zarter und daher empfindlicher sind gegen die Wirkung ätzender Gase.

Umgekehrt darf als Regel gelten, daß gegenüber sehr verdünnten Rauchgasen (chronische Schädigungen) die älteren Nadeljahrgänge empfindlicher sind als die jüngeren, und zwar aus folgendem Grunde: Konzentrationen von Rauchgasen (bes. SO_2), die zu schwach sind, um sofort tödlich zu wirken, können doch verhängnisvoll werden, wenn sie im Laufe mehrerer Jahre in den älteren Nadeln angehäuft werden und einen höheren Konzentrationsgrad erreichen¹⁾. Auch für den Fall,

ferennadeln als weit empfindlicher erwiesen als junge: Der Grund hierfür ist, wie besondere Benetzungsversuche lehrten, der, daß die angesäuerten Niederschläge nur an mechanischen Wunden (nicht durch die Spaltöffnungen) in das Nadelinnere eindringen. Mechanische Verletzungen sind aber um so zahlreicher, je älter eine Koniferennadel ist (s. Fig. 2). Es wäre also durchaus verfehlt, jedesmal wenn die älteren Nadeln abgestorben, die jüngeren Nadeln grün sind (oder umgekehrt), in einseitiger Weise eine Trockenheitswirkung bzw. eine Frostwirkung zu konstruieren. Rauchwirkungen können unter Umständen genau



Fig. 2. Tannenzweige, nach dem Eintauchen in $\frac{1}{4}$ bzw. $\frac{1}{8}$ Normalschwefelsäure. Die jüngsten Nadeljahrgänge (1912) blieben grün, die älteren (1911, noch mehr 1910) starben ab.

daß Säuren durch Niederschläge gebunden und nun äußerlich ätzend wirken, haben sich alte Koni-

¹⁾ Das normale Nadelalter der Fichte, Tanne, Kiefer beträgt sechs bzw. zehn bis zwölf bzw. drei bis vier Jahre. Chronisch rauchkranke Nadelhölzer zeigen also eine deutliche Verkürzung des Lebensalters der Nadeln, die oft soweit gehen kann, daß bei der Fichte nur ein bis zwei, bei der Tanne nur etwa vier bis fünf Nadeljahrgänge erhalten sind, während die älteren Nadeln mehr oder weniger vollständig verschwunden sind. Allerdings vermag ein trockener Standort ähnliche Erscheinungen hervorzurufen. Welch günstige Wirkung reine und feuchte Luft auf die Lebensdauer der Koniferennadeln hat, das ist am deutlichsten zu erkennen an der großen Regelmäßigkeit des Kronenaufbaus, welchen die Weißtanne in reiner, feuchter Hochgebirgsluft zeigt. Am meisten ist mir dies aufgefallen an den Tannen im Hochgebirge Korsikas, die eine so regelmäßige Kronenbildung erkennen lassen, daß man sie von fern für Araukarien (*A. excelsa*) halten möchte. Auch im südlichen Norwegen sah ich ähnlich regelmäßig aufgebaute Weißtannen, obwohl dieses Land weit außerhalb der Nordgrenze des natürlichen Verbreitungsgebiets der Tanne liegt.

das gleiche Krankheitsbild erzeugen. Bei der Beurteilung, welcher schädliche Faktor wirksam war, müssen also die begleitenden Umstände sorgfältig berücksichtigt und abgewogen werden. Diese vollkommene Übereinstimmung der Krankheitsbilder unter verschiedenen Verhältnissen macht eben die Rauchschädendiagnostik so überaus verwickelt und unsicher.

Bei Laubböhlzern — Buche, Hainbuche, Ahorn u. a. — haben Reuß und von Schröder als Folge von Rauchwirkung eine Erscheinung beobachtet, welche einigen diagnostischen Wert zu versprechen schien, es ist die sogenannte *Nervaturzeichnung*. Sie äußert sich darin, daß das Mesophyll der Blätter in der nächsten Umgebung des Nervengerüsts mit Wasser infiltriert wird, sodaß ein derartig infiltriertes Blatt das in Fig. 2 angegebene Aussehen erhält. Bei durchfallendem Licht erscheinen die infiltrierten Stellen heller, bei auffallendem Licht dunkler als nicht infiltrierte Gewebepartien.

Ohne auf die feineren Ursachen der Infiltration näher einzugehen, eine Frage, die für die Diagnostik von untergeordneter Bedeutung ist,



Fig. 3. Nervaturzeichnung am Ahornblatt, nach Einwirkung von SO_2 , bei gehinderter Transpiration (unter Glasglocke) (nach Reuß und v. Schröder).

so muß ergänzend bemerkt werden, daß die sogenannte Nervaturzeichnung nur unter gewissen Umständen, nämlich dann, wenn die schweflige Säure auf voll turgescente Blätter einwirkt, zustande kommt, am deutlichsten, wenn frisch geschnittene Zweige mit der Schnittfläche in Wasser unter eine Glasglocke gestellt und dann der SO_2 -Wirkung ausgesetzt werden¹⁾. In der freien Natur sind offenbar nur sehr selten die Bedingungen für den Eintritt dieser Reaktion gegeben, nämlich in einer andauernd mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre, und dieser Zustand ist nur verwirklicht bei langandauernden Regengüssen, die aber zweifellos insofern gleichzeitig hindernd wirken, als sie die SO_2 -Gase niederschlagen.

Außerdem gelingt es, die Nervaturzeichnung auch durch andere Einflüsse hervorzurufen. So tritt sie ein, wenn voll turgescente Blätter über einer Flamme hin und her bewegt oder einer Atmosphäre von Chloroform ausgesetzt werden, ferner wenn ein kräftiger CO_2 -Strom durch einen mit Feuchtigkeit gesättigten Raum, in welchem sich die Versuchspflanze befindet, geleitet wird. Zweifellos also spielt beim Zustandekommen der Nervaturzeichnung ein aufs höchste gesteigerter

¹⁾ An kleinen Schnittwunden lassen infiltrierte Blätter unter Umständen sogar tropfbar flüssiges Wasser austreten (Fig. 3).

Turgor eine wesentliche Rolle, andererseits aber ist die Erscheinung *alles andere* als eine spezifische Reaktion der Rauchgase. Merkwürdig ist, daß, wenn sie einmal eingetreten ist, die Infiltration sich sehr lange erhält, auch wenn die infiltrierten Blätter starker Verdunstung ausgesetzt werden. Offenbar verharzt das Infiltrationswasser sehr fest in den Interzellularräumen, ohne in die Zellen zurückzutreten oder zu verdunsten.

Sorauer¹⁾, der die feineren anatomischen Verhältnisse an durch Rauchgase, Frost, Hitze usw. getöteten Sprossen, insbesondere an Fichtentrieben untersucht hat, kam unter anderm zu dem Schluß, daß, wo Lücken im Achsengewebe auftreten, Frost, nicht aber Rauchbeschädigung in Betracht komme. Inwieweit dies zutrifft, wird erst noch näher zu prüfen sein. Sorauer begründet seine Behauptung wie folgt: „In bestimmten Entwicklungsstadien des jungen Achsenkörpers führen die durch den Frost gesteigerten Spannungsdifferenzen im Gewebe zu Sprengungen. Dieselben bestehen entweder in einer Abhebung der stammbildenden Gefäßbündel vom Rindenkörper oder von der zentralen Markscheibe.“

Handelt es sich hier um ein Merkmal in negativem Sinne, so wäre andererseits nach Sorauer als zweifelloses Kriterium für akute Beschädigung durch saure Gase anzusehen, wenn die Zellen des Nadelfleisches ihren Inhalt größtenteils behalten, obwohl sie im Nadelquerschnitt bei der ersten Betrachtung ein anscheinend leeres



Fig. 4. Austritt von tropfbar flüssigem Wasser an Ritzwunden eines infiltrierten Blattes infolge SO_2 -Wirkung.

¹⁾ l. c. (S. 85).

Maschenwerk darstellen. Dieses Merkmal mag vielleicht Geltung haben, wenn es sich darum handelt, schwere akute von chronischen Vergiftungserscheinungen zu unterscheiden (bei letzteren behalten die Zellen Zeit, ihre Inhaltstoffe in die Achse zurückwandern zu lassen, d. h. der natürliche Absterbeprozess erfährt nur eine Beschleunigung). Nicht aber dürfte das von *Sorauer* angegebene Merkmal geeignet sein, Rauchwirkung von Frost und anderen plötzlich wirkenden schädlichen Einflüssen zu unterscheiden. Wir können somit unser Urteil dahin zusammenfassen, daß trotz aller Bemühungen *Hartigs*, *Sorauers* u. a. die mikroskopische Untersuchung rauchkranker Organe für die Diagnostik der Rauchschäden bisher wenig Brauchbares zutage gefördert hat.

Es besteht die Möglichkeit, daß die Rauchgase außer durch direkte Einwirkung auf die Blattoorgane auch indirekt schädigend auf die Vegetation einwirken, indem sie durch Niederschläge dem Boden zugeführt, in diesem Veränderungen hervorrufen, welche letzten Endes sich in Ernährungsstörungen der darauf wachsenden Pflanzen bemerkbar machen. Man hat diesen indirekten Einfluß lange Zeit arg unterschätzt; so wird er in dem Werke von *Haselhoff* und *Lindau*, „Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch“, 1903, als durchaus belanglos abgetan. Das Verdienst *Wielers*¹⁾ ist es, nachgewiesen zu haben, daß die Veränderungen, welche der Boden durch niedergeschlagene saure Gase erleidet, zu schweren Störungen des Pflanzenwachstums führen können. Allerdings kann man *Wieler* wohl kaum beistimmen, wenn er die Bedeutung dieser indirekten Vergiftungserscheinungen derart hoch einschätzt, daß, wie er meint, die direkten Wirkungen auf die oberirdischen Organe im Vergleich zu jenen ganz in den Hintergrund treten.

Nach *Wieler* besteht die schädliche Wirkung der sauren Rauchgase auf den Boden in einer Auslaugung des darin enthaltenen Kalks. Die Versuche, die *Wieler* anführt, insbesondere die Kulturversuche, die er abbildet, sprechen sehr für die Richtigkeit seiner Annahme. Gleichzeitig hat *Wieler* damit den Weg gewiesen, wie an der Hand der Pflanzen selbst eine Diagnose auf Bodenvergiftung durch Rauchgase gestellt werden kann.

Ähnliche Vorschläge hat übrigens auch schon *Sorauer* wiederholt gemacht und dabei als *Fangpflanze* die Buschbohne (*Phaseolus vulgaris*) empfohlen. Der Versuch wird in der Weise angestellt, daß die Pflanzen einerseits in dem rauchverdächtigen; andererseits in zweifellos gesundem Boden (beide in Holzkästen) gezogen werden. Der Unterschied im Gedeihen der beiderlei Pflanzen gibt einen Anhalt für die Intensität der Bodenvergiftung. Eventuell kann der Versuch auch noch dahin erweitert werden, daß gesunder Boden in die Rauchlage gebracht wird. Man wird

dann aus dem Auftreten von Krankheitserscheinungen mehr auf oberirdische, d. h. direkte Rauchwirkungen schließen dürfen, während beim Ausbleiben derselben und Auftreten solcher im Boden der Rauchlage die Bodenvergiftung als bestehend angesehen werden kann.

Diese Fangpflanzenmethode ist natürlich gleichfalls mit Vorsicht zu gebrauchen. Denn es muß immer in Betracht gezogen werden, daß irgendwelche unkontrollierbare Faktoren das Bild trüben können.

Ob es in der Zukunft möglich sein wird, durch weitere exakte Untersuchungen bessere und untrügliche Kennzeichen der Rauchbeschädigungen (besonders der direkten) zu finden, ist kaum vorzusehen. Ich möchte mich in dieser Hinsicht keinen allzu großen Hoffnungen hingeben. Es liegt in der Natur der Sache, daß die Wirkungen der Rauchgase ein sehr ähnliches Krankheitsbild ergeben, wie die der Trockenheit und des Frostes. In allen drei Fällen handelt es sich im letzten Ende um eine Tötung des Plasmakörpers der assimilierenden Zellen, die zur Folge hat, daß ein schneller Wasserverlust eintritt. Das Krankheitsbild wird daher in allen Fällen das einer plötzlichen Vertrocknung sein. Die Rauchexpertise kann also recht häufig nur auf indirektem Wege zu einem einigermaßen befriedigenden Ziel gelangen.

Zur Geschichte der Entdeckung Julius Robert Mayers.

Von Dr. Ernst Jentsch, Obernigk.

In verschiedenen Schriften, Briefen, Berichten, autobiographischen Aufzeichnungen und bei Gelegenheit mannigfacher mündlicher Mitteilungen hat *Julius Robert Mayer* ausgesprochen, er verdanke seine Entdeckung seiner Beobachtung, daß bei den Aderlässen, welche er in Java, während er dort als Schiffsarzt vor Anker lag, bei einer Grippeepidemie unter der Schiffsmannschaft vornahm, das Venenblut eine „hellere Röte zeigte“ als in der nördlichen Zone. Dies habe ihn anfänglich so überrascht, daß er geglaubt habe, statt der Vene eine Arterie getroffen zu haben. Es sei ihm jedoch infolge seiner Überlegungen bald klar geworden, daß, da die Außentemperatur in den Tropen sich der Körperwärme so sehr annäherte, die Verbrennungsprozesse im Organismus herabgesetzt seien, infolgedessen Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureproduktion im Blut schwächer werden und dieses daher in den Venen in der Farbe dem arteriellen ähnlich bliebe. Diese Betrachtung habe jene weiteren Erwägungen bei ihm veranlaßt, welche ihn zuletzt zur Formulierung seines Gesetzes vom mechanischen Äquivalent der Wärme geführt hätten. In dieser Form wurde die Geschichte der Entdeckung auch von allen Autoren berichtet.

¹⁾ Die Entkalkung des Bodens durch Hüttenrauch usw. (Jahresber. Verein. angew. Bot. 1913).

Ich habe in meiner Schrift: *Julius Robert Mayer, seine Krankheitsgeschichte und die Geschichte seiner Entdeckung*, Berlin, Julius Springer, 1914, diese Vorgänge und Verhältnisse eingehend auseinandergesetzt (S. 9 ff., S. 46 und S. 125 ff.).

Bei Durchmusterung der Literatur war mir nun aufgefallen, daß Zweifel darüber obwalteten, ob denn die Beobachtung, auf die Mayer selbst seine Theorie unmittelbar zurückführte, überhaupt zutreffend sei.

So klar und beweiskräftig Mayers Schriften auch abgefaßt sind, so leiden sie gleichwohl mitunter an einer gewissen Knappheit. Dieser Lakonismus zeigt sich auch an derjenigen Stelle der „Organischen Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel“, an welcher von der gedachten Annäherung der Farbe des arteriellen und venösen Bluts die Rede ist. Mayer erinnert hier nur kurz, ohne auf eine weitere Untersuchung und Sichtung der Frage einzugehen, an die Farbe des Bluts bei den Kaltblütern und Winterschläfern, beim Fetus, bei der Cyanose, an die Beobachtung eines Arztes, *Thakrah*, über die hellere Röte des Venenblutes beim Aderlaß im warmen Bade und an die Lehre des von ihm hochverehrten *Autenrieth*. Die Stelle, auf welche sich Mayer bei dem letzteren ohne Zweifel bezieht, findet sich, wie mein Freund und Kollege *Ebstein* in Leipzig mir mitzuteilen die Güte hatte, in *Autenrieths* Handbuch der menschlichen Physiologie, Tübingen 1801, Teil I, S. 312, § 513 und lautet: „Auch beim Menschen nähert sich das Venenblut im Sommer an hellerer Röte dem Arterienblute.“

Seit dieser Zeit ist in den Lehrbüchern der Physiologie dieser Gegenstand, wie es scheint, nicht mehr berührt worden. Ebensowenig ist in den Abhandlungen aus der Tropenpathologie darauf spezieller eingegangen. Ich habe also vor drei Jahren in meiner Schrift die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß Mayer bezüglich dieser Einzelheit „von einem Irrtume, einem Mißverständnisse oder einer Selbsttäuschung ausgegangen sein könne“.

In einem Vortrage: „Julius Robert Mayer“, gehalten am 20. November 1914 in der K. u. K. Gesellschaft der Ärzte in Wien aus Anlaß der hundertsten Wiederkehr des Geburtstages des Entdeckers hat nun *Exner* einen gewichtigen Beitrag zu dieser Frage gebracht (s. a. Wiener Klinische Wochenschrift, XXVII. Jahrgang, 26. November 1914, Nr. 48). Er führte hierselbst folgendes aus:

„Betrachtet man jene erste Beobachtung Mayers, die ihn nach seiner publizierten Angabe zu seiner Entdeckung angeregt hat, genauer, so kann man sich eines Kopfschüttelns kaum erwehren. Erstens: ist die Beobachtung wirklich richtig? Ich erinnerte mich nicht, als ich sie in Mayers Abhandlung las, je von einer abnormen Farbendifferenz zwischen dem arteriellen und dem venösen Blute bei Europäern, die in die warme

Zone kommen, gehört zu haben. Eine Durchsicht der Literatur, besonders auch der älteren aus der Zeit der häufigen Aderlässe, ergab mir keinen Anhaltspunkt dafür, daß andere Ärzte Ähnliches beobachtet haben, auch nicht nach der Publikation Mayers. Nirgends findet man dieselbe erwähnt oder gar kontrolliert, und die von ihm angegebene Tatsache ist in die einschlägige Literatur nicht übergegangen. Herr Kollege *Stigler*, der in der letzten Zeit die Werke über Tropenhygiene und die physiologischen Arbeiten an Tropenbewohnern durchzustudieren Gelegenheit hatte, versichert mir, auch nirgends auf eine Bestätigung dieser Beobachtung gestoßen zu sein.

„Aber auch wenn die Beobachtung richtig war, ist die von Mayer gegebene Deutung berechtigt, und wären nicht andere Deutungen ebenso wahrscheinlich, ja vielleicht näherliegend? Nach der Beschreibung beruhte der geringe Farbenunterschied der beiden Blutarten darauf, daß das venöse Blut heller war als gewöhnlich. Konnte das nicht auch von einem rascheren Strömen des Gesamtbluts herrühren, das bei der fieberhaften, also mit gesteigerter Herzfrequenz einhergehenden Krankheit dem Blute in den Kapillaren nicht Zeit ließ, die normale Reduktion zu erleiden? Oder von der Stoffwechselverminderung infolge der durch die Krankheit veranlaßten Körperruhe? Oder von der Eigentümlichkeit der Krankheit, unabhängig von der Lufttemperatur? Ein Kopfschütteln muß auch die Berufung auf den geringen Farbenunterschied der beiden Blutarten bei den im Winterschlaf liegenden Tieren bewirken, denn hier handelt es sich um eine Äußerung besonderer Abkühlung des Körpers, während bei seinen Matrosen eine gesteigerte Wärmezufuhr vorhanden war.“

Es ergibt sich also aus vorstehender Kritik, daß gegenwärtig nichts über einen Farbenwechsel der Blutarten unter den angegebenen klimatischen Veränderungen bekannt ist, und daß, wenn ein solcher dennoch zu beobachten gewesen wäre, die Ursache desselben auch auf andere Vorgänge hätte bezogen werden können oder müssen. *Exner* schließt sich daher der Vermutung an, daß der mit den vorbereitenden Elementen zu der Theorie sozusagen überladene Intellekt Mayers zuletzt sich gewissermaßen an eine zweifelhafte oder selbst irr tümliche Beobachtung anklammernd, sich diese dienstbar machte, um jene ans Licht zu bringen.

Im Einklange mit diesen Ergebnissen der Kritik befindet sich *E. Pfister* (Über den Schiffsarzt Julius Robert Mayer, Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene unter besonderer Berücksichtigung der Pathologie und Therapie, Band XVIII, 1914, Heft XIV). Auch dieser Autor hat ebensowenig in der modernen wissenschaftlichen Literatur als in derjenigen aus Mayers Zeit Daten über einen Farbenunterschied der Blutarten beim Übergang aus der kälteren in die warme Zone ermitteln können. Ferner hat er bei den Aderlässen, welche er selbst in Ägypten bei pneumonischen Erkranken-

kungen gemacht hat, „das Venenblut genau so dunkel als in Europa gefunden“. *Pfister* erklärt es deshalb für wünschenswert, daß andere Tropenärzte ihre Erfahrungen über diesen Punkt bekanntmachen. Was seine Vermutung anbelangt, bei Änderung des Farbtones des Blutes in den Tropen könne die Tropenanämie in Frage kommen, so bliebe diese hinsichtlich *Mayers* Beobachtung außer Betracht, da seine Schiffsmannschaft soeben mit ihm von Europa angekommen war. Auch beruht das häufige blasse, fahle Aussehen vieler Europäer in den Tropen nicht auf Anämie, sondern auf der von solchen geübten Vermeidung der lästigen direkten Bestrahlung der Sonne, während diejenigen Europäer, welche sich dieser auszusetzen genötigt sind, also z. B. die Pflanzer und Seeleute, soweit es sich um sonst gesunde Individuen handelt, eine stark gebräunte Haut besitzen. In manchen Fällen kann die fahle Verfärbung der letzteren bei Europäern in den Tropen aber auch auf Krankheiten beruhen, z. B. Malaria, Dysenterie, *Anchylostomum* (s. *Mayers* Krankheitsgeschichte usw. S. 130, laut *Scheube* und *P. Schmidt*).

Es ist bei dieser Frage hervorzuheben, daß *Mayer* zunächst nicht gesagt hat, daß das von ihm angegebene Verhalten des Bluts konstant sei („Die organische Bewegung usw.“ und „Bemerkungen über das mechanische Äquivalent der Wärme“). Mehr fällt ins Gewicht, daß aus der „Organischen Bewegung“ hervorgeht, daß nach der stattgehabten Akklimatisation der Europäer in den Tropen die von der Theorie geforderte Annäherung des Farbentons beider Blutarten sich dergestalt zeigen soll, daß das venöse Blut nunmehr, da es nicht anders erforderlich sei, überhaupt weniger oxydiert werde, sodaß das arterielle wiederum jetzt dunkler, dem venösen ähnlich bliebe, und *Mayer* wollte hierauf sogar einfach die eben erwähnten auffälligen Veränderungen der Hautfarbe der in den Tropen ansässigen Europäer zurückführen, welche, wie wir gesehen haben, auf verschiedenen Ursachen beruhen können. Hieraus ergibt sich, daß zur vollständigen Kontrollierung der *Mayerschen* Angaben sich die Untersuchung an den Tropenbewohnern auch auf das arterielle Blut erstrecken müßte.

Eine günstige und häufige Gelegenheit zur Vergleichung der Färbung der Blutarten auch unter verschiedenen äußeren Temperaturverhältnissen haben wir heutzutage, während die Aderlässe gegenwärtig nur selten vorgenommen werden, wenigstens viel seltener als zu *Mayers* Zeit, in der Blutentnahme behufs Untersuchung des Bluts auf die sogenannte Wassermannsche Reaktion, deren Ausfall für die klinische Beurteilung zahlreicher und verschiedenartiger Erkrankungen von Bedeutung geworden ist. Sind nun, wie es zuweilen vorkommt, die Hauptvenen des Oberarms, an welchen jene gewöhnlich vorgenommen wird, sehr schlecht entwickelt und mit der Nadel schwer zu treffen,

so kann, wenn das gewonnene Blut eine etwas hellere Färbung besitzt, auch hier die Frage auftauchen, die *Mayer* sich bei seinen Aderlässen in Java, wie er erzählt, vorgelegt hat, nämlich, ob statt der Vene nicht eine Arterie punktiert worden sei, und falls an der *Mayerschen* bzw. *Autenriethschen* Beobachtung irgend etwas wäre, so wäre dies an dem Farbenton des Bluts allein etwa im Hochsommer auch bei uns alsdann nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Gleichwohl gäbe eine genaue Beobachtung der Farbenabstufungen des Bluts bei der Blutentnahme zur Wassermannschen Reaktion in den verschiedenen Himmelsstrichen eine gute Orientierung für die endgültige Entscheidung unserer Frage. Nur die bei gesunden Individuen ermittelten Resultate wären hierfür verwertbar, mindestens aber alle an eigentlichen Tropenkranken gewonnenen auszuschließen. Die Untersuchung müßte sich auf die etwaigen, von *Mayer* angegebenen sekundären Veränderungen des arteriellen Bluts ausdehnen.

Es ist leicht verständlich, daß es insonderheit dem psychologischen Beurteiler schwer eingehen will, die große Entdeckung entgegen der ausdrücklichen und wiederholten Erklärung des Urhebers auch formell mit einem Irrtum verknüpfen zu müssen, wiewohl dies im Grunde nicht so sehr von Belang wäre, insofern sich die Entstehung des Grundgedankens der Theorie bei *Mayer* deutlich aus den intellektuellen Vorgängen einer teilweise schon sehr frühen Zeit herleiten läßt (s. hierzu Kapitel IV meiner Schrift). Aber gerade der psychologische Kritiker wird sich auch erst dann völlig zufrieden geben können, wenn die einschlägigen Naturvorgänge vollkommen klar und lückenlos ersichtlich sind. Dazu kommt noch ein weiteres Moment.

Viele Kinder wenden sich des Nachts im Schlafe von der einen auf die andere Seite, aber nur die eigene Mutter wird bei dem für die anderen unhörbar leisen Geräusch wach, sofern sie sich im Wahrnehmungsbereich befindet. Ähnlich scheinen nun manche Geniale mittels einer durch die lange und intensive intellektuelle Einstellung und die Liebe zur speziellen Sache ad hoc geschärften Sinnesfunktion in der Erscheinungswelt Unterschiede auch dort zu gewahren, wo der Unbeteiligte noch nichts Auffälliges bemerkt. Nun arbeitete *Robert Mayer* zunächst stark intuitiv, erst in zweiter Linie und rekapitulierend „logisch“; die hier erörterte Episode seiner Entdeckung braucht ihm deshalb nicht in ihrer ganzen Ausdehnung voll „bewußt“ geworden zu sein. Daher hat (nicht weiß) er uns vielleicht so wenig darüber zu sagen. Mindestens geschieht an dieser Stelle ein gewaltiger Sprung in der unmittelbaren Beweisführung, wie er sie geben wollte. Aber man darf hierbei nicht übersehen, daß auch andere Geniale nicht immer vollständig bewiesen haben, was sie behaupteten, und daß in

solchen Fällen erst die Nachwelt diesen Beweis erbracht hat.

Es sei bei diesem Kapitel auch daran erinnert, daß z. B. die genaue Beurteilung des Farbensättigungs- oder des Helligkeitsgrades des Blutes bei der gewöhnlichen Blutarmut nicht durch die bloße Betrachtung der entnommenen Blutmenge, sondern durch die Vergleichung, z. B. eines auf weißem Fließpapier verlaufenen Tropfens davon, mit den Farben einer künstlich hergerichteten Skala gewonnen wird. Das venöse Blut enthält eine Zumischung von Blau, daneben wird es auch dunkel. (Die größere Kohlensäuremenge des venösen Blutes macht die dunkle Farbenveränderung nicht.) Aber auch z. B. das Purpurrot besitzt schon eine Zumischung von Blau.

So verlohnt es sich wohl den Sachkundigen, diesem Abschnitt der Geschichte der Entdeckung Robert Mayers nochmals einen liebevollen und eingehenden Rückblick angedeihen zu lassen.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die Julischen Alpen und das Tal des Isonzo.

In der Sitzung vom 8. Januar 1916 sprach Professor Dr. Franz Kosmat (Leipzig) über *Die Julischen Alpen und das Tal des Isonzo*. Am unteren Lauf dieses Flusses findet sich die einzige Lücke in dem Gebirgskranz, der wie ein gewaltiger natürlicher Festungswall das österreichische Gebiet von dem italienischen abschließt. In zwei großen Bögen umgrenzt der südliche Alpenrand die norditalienische Ebene. Der östliche dieser beiden Bögen umzieht, beim Gebirgssporn von Verona beginnend, die nordadriatischen Küstenländer. Aber nur die Voralpen zeigen diesen bogenförmigen Verlauf, während die Hochalpen, die hier durch die Karnischen und Julischen Alpen vertreten sind, wie ein steifes Band in nahezu östlicher Richtung weiterziehen. So kommt es, daß östlich von dem Scheitel des Bogens die Region der Vorberge immer mehr verbreitert wird und jenseits des Isonzo zu der weiten Zone des Hochkarstes anschwillt. Die Görz-Wippacher Senke trennt letzteren von dem niedrigeren Triestiner Küstenkarst, so daß nach Norden zu das Gebirge in drei Treppenstufen bis zu den Julischen Alpen ansteigt.

Der Isonzo zeigt einen eigentümlichen Zickzacklauf, indem er abwechselnd in die Streichrichtung des Gebirges einschwenkt und diesem in Längstalstrecken folgt, dann wieder in Quertälern die Ketten durchbricht. Er schließt die Reihe der Flüsse, die ihr Wasser aus dem Hochgebirge der Südalpen durch die Venetianer Ebene dem Meere zuführen und durch Ablagerung ihrer Schotter und Sande die Küstenlinie immer weiter nach Süden verlegen. Auch der Isonzo hat sein Delta weit in das Meer hinaus vorgeschoben und durch seine Schlammlagerungen im Osten die Bucht von Panzano abgegrenzt. Sein Mündungsgebiet bezeichnet zugleich das Ende jenes Typus der lagunenreichen Küstenniederungen, welche die italienische Adriaseite charakterisieren. Schon am linken Isonzoufer bei Redipuglia und Gradisca taucht aus der Ebene der Steilabfall des allerdings zunächst kaum über 100 m ansteigenden Plateaus von Doberdo mit dem auf seiner Nordseite aufragenden Monte San Michele (275 m) empor. Damit beginnt der Karst, der zum ersten Male nahe der Mündung des berühmten, in seinem ganzen Mittel-

laufe unterirdisch fließenden Timavo bei Duino an das Meer herantritt und von da bis nach Albanien und Griechenland hinab das Bild der adriatischen Ostküste bestimmt.

In landschaftlicher Beziehung zeichnet sich das Isonzogebiet durch sehr große Mannigfaltigkeit aus, da es vom Hochgebirge bis zur Ebene so ziemlich alle Typen der nordadriatischen Randregion umfaßt. Die beiden, im Flitscher Kessel unter den Hängen des gewaltigen Kaninmassivs (2592 m) zusammenkommenden Quellarme, nämlich die aus der Mangartegend stammende Koritnica und der als Wasserfall aus einer Kluff



Aus Andrees Handatlas.

unter dem 2643 m hohen Jalouc entspringende Isonzo, sind schmale, ehemals von einem eiszeitlichen Gletscher durchschroßte Hochgebirgstäler, beiderseits eingefafßt von schroffen Kalkbergen, deren höchster, der Triglav (2864 m), den Boden des oberen Isonzo um rund 2000 m überragt.

In ihrer Gesamtheit stellt sich diese Gebirgskette der Julischen Alpen als eine mächtige, aufgefaltete Kalk- und Dolomitplatte dar, deren innere Struktur man am besten kennen lernt, wenn man von Tarvis aus der Predilstraße nach Süden folgt.

Die Unterlage des nördlichen Kalkgebirges besteht aus Sandsteinen und Schiefern, die den Formationen des

Karbon bis zur unteren Trias angehören. Über diesem Sockel lagern Kalke und Dolomite, die größtenteils aus Korallen und Kalkalgen entstanden sind und eine Mächtigkeit von 2000 m erreichen. Die Ablagerung der Schichten erfolgte offenbar während eines Senkungsprozesses.

Nachdem das Gebiet durch Hebungsvorgänge wieder Festland geworden war, begann in der mittleren und oberen Triasperiode das Einschneiden der Flüsse. Der ganze Schichtenkomplex bildet den wie eine weiße Mauer aufragenden nördlichen Grenzwall der zentralen Julischen Alpen. Dazwischen finden sich noch tonige und mergelige Einlagerungen sowie porphyrische Ausbrüche. Auf der Südseite des Gebirges zeigen die jüngeren Schichten des Jura und der Kreide sanftere Formen. Am Ende der Kreidezeit finden wir Meeresbedeckung nur noch in den Vorbergen von Friaul, wo tertiärer Flysch abgelagert wurde. Im späteren Tertiär wurde dann das ganze Gebirge gefaltet und in zahlreiche Schollen zerbrochen. Am Südtail war der Faltungsvorgang so intensiv, daß die älteren Kalkmassen in mehreren Staffeln auf die durch reichliche Entwicklung von weichen mergeligen und sandigen Gesteinen ausgezeichneten Vorberge hinaufgepreßt wurden. Diesem Unterschied von Norden und Süden im geologischen Bau ist auch der reizvolle Gegensatz zwischen dem grünen Hügelland nördlich von Cividale, in dem nur noch der Matajur (1641 m) verhältnismäßig hoch emporsteigt, und der schroffen weißen Kalkmauer der Julischen Alpen zuzuschreiben, welche auf der linken Isonzoseite zwischen den Orten Karfreit (235 m) und Tolmein (201 m) noch weit nach Osten hin die auffallendste Landschaftsform darstellt.

Der in den Kämpfen der letzten Monate viel genannte Krn (2245 m) gehört diesem natürlichen Festungswall an, vor dem als niedrigere, aber gleichfalls schroff zum linken Isonzoufer abfallende Staffel der Höhenzug des Merzli vrh liegt (1360 m).

Besonders eingehend schilderte der Vortragende die geologische Geschichte und die Struktur des Gebirges im einzelnen an der Hand eines reichhaltigen Lichtbildermaterials. Kompliziert werden die Verhältnisse durch ein höchst eigentümliches System von Sprüngen und Brüchen, die sich vielfach kreuzen und ein förmliches Netz darstellen, das auf den Verlauf der Täler bestimmend einwirkt. Auch die merkwürdigen Knickungen des Isonzolaufes sind zum Teil auf dieses Sprungnetz zurückzuführen. Der Vortragende glaubt, daß die Sprünge denjenigen analog seien, die bei der Biegung einer dicken Glasplatte entstehen. Auch ist beachtenswert, daß jenes Sprungnetz an der Stelle gelegen ist, wo der östliche Verlauf der Alpenketten in die dinarische Richtung des Karstes nach Südosten umbiegt, was für die Erklärung der Torsionswirkung von Wichtigkeit ist.

Gering nur ist die Zahl der Verkehrswege durch die Julischen Alpen. Während die Reichsstraße von Tarvis (751 m) über den Predil (1156 m) immer in ziemlich geringer Entfernung von der italienischen Grenze entlang der Koritnica durch die Flitscher Klause in den breiten Flitscher Kessel führt und erst von da ab dem Isonzo folgt, wird die in Friedenszeiten wenig benutzte Straße neben dem Quellarm des Isonzo nur durch den verhältnismäßig hohen Moistroka-Übergang (1611 m) mit dem Eisenbahnstrang Tarvis—Laibach verbunden, besitzt aber zweifellos jetzt und in Zukunft große Bedeutung.

Bekanntlich hat die zweite Eisenbahnverbindung

mit Triest den natürlichen, von der Predilstraße vorgezeichneten Weg wegen der Grenznähe glücklich vermieden, und es wurde unter großen Schwierigkeiten die Wocheiner Bahn geschaffen, die in einem 6336 m langen Tunnel zwischen Feistritz und Podberdo den erwähnten Julischen Grenzwall durchbricht, um in dem tief eingeschnittenen Bačagraben den Ort St. Lucia am Isonzo zu erreichen, von wo ab kein anderer Weg nach Görz und Triest denkbar ist. Die diluviale Eiszeit hat hier vielfach umgestaltend gewirkt und ist auch auf den Lauf des Isonzo nicht ohne Einfluß geblieben. Der alte Isonzogletscher hat damals das Tal mehrere hundert Meter hoch ausgefüllt, und sein Moränenmaterial in demselben abgelagert. Die heutigen Ansiedlungen liegen vielfach auf den alten Gletscherablagerungen, so z. B. Tolmein auf einer Schotterterrasse und St. Lucia auf der Endmoräne des Isonzogletschers. Während der Isonzo also von Karfreit bis St. Lucia das breite, schottererfüllte Zungenbecken eines ehemaligen Gletschers durchmißt, zerschneidet er auf der Strecke St. Lucia—Canale—Plava—Görz in einem, zum Teile als prächtige Schlucht ausgearbeiteten Erosionstale die jüngsten Gesteine des von Osten zu ihm herabsinkenden Ternowaner Plateaus. Die reiche Schichtengliederung in Sandstein-, Mergel- und Breccienlagen führt eine interessante Stufung der dünn bewaldeten oder eigentlich nur bebuschten Gehänge herbei, an deren Fuß sich diluviale Terrassenleisten fortziehen. Hier dringt von der Ebene her bereits ein Teil der südlichen Vegetation ein. Bei der großartigen Steinbogenbrücke von Salcano, mit der die Eisenbahnlinie am Fuße des verkarsteten Monte Sabotino zum linken Isonzoufer zurückkehrt, das sie bei Canale verließ, endet das Gebirge. Rasch weichen auch die weinberühmten Sandsteinhöhen des Coglio, mit ihrem schützend vor Görz (86 m) gelagerten Eckpfeiler (Podgorahöhe, 241 m), zurück, und der Fluß tritt in die Ebene, in deren diluviale Schotter er aber bei der Stadt sein Bett ziemlich tief eingeschnitten hat. Bald verflachen die Ufer, ein Netzwerk von künstlichen und natürlichen Kanälen durchzieht die Gartenlandschaft von Friaul, durch die das verwilderte Schotterbett des Flusses der Bucht von Monfalcone zustrebt. —

Den Schluß des Vortrages bildeten Bemerkungen über die geologische Entwicklungsgeschichte des Isonzo und der nördlichen Adria. Für die letztere ist von besonderer Bedeutung eine in junger geologischer Vergangenheit erfolgte Senkung, die eine scharf gezeichnete Berg- und Tallandschaft teilweise bis unter den Meeresspiegel brachte. Auf diese Bewegung führt sich die reiche istrisch-dalmatinische Küstengliederung zurück, die sich im Verein mit den Bergen des Isonzobereiches und der Heldenhaftigkeit der Verteidiger als wirksamster Schutz gegen die Begehrlichkeit der Nachbarn erwiesen hat.

O. Baschin.

Physikalische Mitteilungen.

Große Schwierigkeiten bei der Anstellung des **Fresnelschen Spiegelversuches** entstehen namentlich dann, wenn die beiden Spiegel in ihrer gemeinsamen Berührungskante nicht genau zusammenstoßen, sondern eine von beiden übersteht, oder wenn der Spalt nicht völlig parallel zu dieser Berührungskante ist. Im ersten Falle treten leicht statt der Interferenzstreifen Beugungserscheinungen auf. Diese Schwierigkeiten kann man nach einem von *E. Grimsehl* auf der 23. Hauptversammlung des Vereins zur Förderung des mathe-

matischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts, Pfingsten 1914, in Braunschweig gehaltenen Vortrage (*Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterricht*, 28, S. 117, 1915) dadurch vermeiden, daß man die beiden Spiegel gewissermaßen aus einem einzigen Stücke herstellt, während der Spalt in unveränderlicher Verbindung mit ihnen steht. Ein derartiger Apparat besteht aus einem Glasquader von $1 \times 1 \times 5$ cm Größe, dessen Querschnitt die Gestalt eines Fünfecks hat. Die beiden Schmalflächen stehen senkrecht auf der Grundfläche. Die beiden gegenüberliegenden versilberten Flächen stoßen unter einem Winkel zusammen, der sich nur um 2 bis 4' von 180° unterscheidet; sie bilden die beiden Spiegel. In die eine gleichfalls versilberte Schmalfläche ist ein feiner Strich eingeritzt, der als Spalt dient. Damit er vor Beschädigungen geschützt ist, wird diese Fläche von einer Glasplatte bedeckt. Über die günstigsten Abmessungen von Spiegelgröße und Spaltabstand werden noch Versuche angestellt. Der Hauptvorteil dieses Apparates ist, daß er jederzeit gebrauchsfertig ist und keiner schwierigen Einstellungen bedarf, sowie daß er eine einwandfreie Bestimmung der Wellenlänge ermöglicht.

Ausgehend von der großen Bedeutung, welche die Photographie und Photogrammetrie im Kriege hat, und dem großen Interesse, welches die Jugend allem entgegenbringt, das mit der Kriegstechnik im Zusammenhange steht, plädiert P. Riebesell (*Monatshefte f. d. naturw. Unt.* 8, S. 265, 1915) für die Einführung **photographischer und photogrammetrischer Schülerübungen**. Als Phototheodoliten wurden in der Oberrealschule St. Georg in Hamburg einfache Lochkameras von 10 cm Länge für das Plattenformat 9×12 cm mit einem Loch von 0,4 mm Durchmesser benutzt. Auf den rechtwinkligen Kästen waren zwei Kreuze derart angebracht, daß die Verbindungslinie ihrer Schnittpunkte, welche zugleich die Visierlinie war, parallel zu der optischen Achse stand, welche durch das Loch und die vier vor der Platte angebrachten Marken bestimmt war. Zur Winkelmessung diente ein aufgesetzter Kompaß. Es wurden hauptsächlich geodätische Übungen, meist in gleicher Front ausgeführt, wobei die Auswertung der Platten zum Teil als häusliche Aufgabe gestellt wurde. Näher besprochen werden die Bestimmung von Winkeln, einfaches und doppeltes Vorwärts- und Rückwärtseinschneiden.

Um das Prinzip des Stereokomparators zu erläutern, wurden an einem einfachen Stereoskop zwei verschiebbare Marken angebracht. Die Ablesung ihrer Stellung an einer Teilung ergab die Koordinaten.

Besonders hingewiesen wird noch auf die Verwendung der Apparate in der mathematischen Astronomie, um z. B. die Höhe der Sonne und, unter Benutzung der geographischen Breite und der Deklination der Sonne, eine Uhrkorrektur oder eine Längenbestimmung auszuführen; ferner für die Ortsbestimmung mittels der Standlinienmethode. Als theoretischer Teil könnte sich an die praktischen Übungen die Rekonstruktion von Objekten aus vorgelegten Aufnahmen schließen.

Zur Bestimmung des Brechungsindex von Flüssigkeiten hat H. F. Davies (*Physic. Review* 6, S. 354, 1915) ein **Linsen-Refraktometer** angegeben, das auf der Abhängigkeit der Brennweite einer Linse von dem Brechungsindex des sie umgebenden Mediums beruht. Es besteht aus einer Linse, deren eine Fläche versilbert ist. Auf die andere Fläche wird eine ebene Glasplatte und dazwischen ein Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit gebracht. Eine monochromatische Licht-

quelle, am besten ein geeignet beleuchtetes Autokollimationsokular, wird mittels einer Mikrometerschraube so lange verschoben, bis Lichtquelle und das an der versilberten Fläche reflektierte Bild in derselben Ebene liegen, also parallaxenfrei erscheinen. Bezeichnet man den Abstand dieser Ebene von der unversilberten Linsenfläche mit p , so ist der gesuchte Brechungsindex $N = C - C'/(p - c)$, wo C , C' und c Apparatkonstanten sind. Die Teilung an der Mikrometerschraube kann deshalb direkt nach Brechungsindizes erfolgen. Bei Benutzung anderer Wellenlängen muß eine Korrektur angebracht werden; hierfür lassen sich Tabellen aufstellen, da auch die Korrektur nur von den Apparatkonstanten abhängt. Die Genauigkeit des Instrumentes beträgt bei einem Einstellfehler von 0,01 cm vier Einheiten der vierten Dezimale im Brechungsindex.

Über das Verhalten von Selen- und Schwefelantimonzellen bei der Temperatur der flüssigen Luft hat Elliot (*Phys. Rev.* 5, S. 53, 1915) Versuche angestellt. Durch die Temperaturniedrigung rückt die Wellenlänge maximaler Empfindlichkeit nach kürzeren Wellen hin; bei -191° liegt sie für beide Zellen bei etwa 600 μ . Außerdem werden die Zellen empfindlich für längere Wellen (bis zu 2 μ). Bei den Schwefelantimonzellen hängt die Wellenlänge maximaler Empfindlichkeit auch von der Dauer der Belichtung ab, und zwar verschiebt sie sich mit wachsender Belichtungszeit nach längeren Wellen hin. Die Empfindlichkeit ist angenähert proportional der Quadratwurzel aus der auffallenden Energie.

Die Angaben über das Verhalten des Elastizitätsmoduls bei höheren Temperaturen waren bisher sehr widerspruchsvoll. So sollte derselbe, um nur ein Beispiel anzuführen, bei elektrisch geheizten Eisendrähnen bei 100° ein Maximum besitzen, während dies bei anderen Erhitzungsarten nicht der Fall war. Durch eingehende Versuche an Kupfer-, Stahl- und Aluminiumdrähnen, die auf verschiedene Weise erhitzt wurden, kommt nun H. L. Dodge (*Phys. Rev.* 6, S. 312, 1915) zu dem Ergebnis, daß durch genügendes Ausglühen die Metalle in einen zyklischen Zustand gebracht werden können, in welchem ihr Elastizitätsmodul eine reine Funktion der Temperatur wird, und zwar nimmt er durchweg mit wachsender Temperatur ab. Der Betrag der Abnahme wächst mit der Temperatur an. Diese Resultate stehen auch in guter Übereinstimmung mit Beobachtungen von E. P. Harrison und S. K. Chakravarti (*Phil. Mag.* (6) 30, S. 373, 1915) an Eisendrähnen.

Da die elektrische Leitfähigkeit des Selen bei Belichtung stark zunimmt, sollte man nach dem Wiedemann-Franz'schen Gesetz auch ein entsprechendes Anwachsen seiner Wärmeleitfähigkeit erwarten. Wie L. P. Sieg (*Phys. Rev.* 6, 213, 1915) durch Messungen an einem Selenkristall festgestellt hat, ist dies aber nicht der Fall. Die Wärmeleitfähigkeit bleibt innerhalb der Versuchsfehler (etwa 5%) konstant, auch wenn der Widerstand infolge der Belichtung 300mal kleiner geworden ist. Zur Erklärung dieses negativen Ergebnisses könnte man annehmen, daß der Anteil der freien Elektronen an der Wärmeleitung so klein ist, daß auch eine Verdreifachung ihrer Zahl keinen merklichen Einfluß darauf ausüben kann. Eine andere Möglichkeit läge darin, daß die Zahl der freien Elektronen nicht nur durch die Belichtung, sondern im überwiegenden Maße auch durch das elektrische Feld bedingt ist, wodurch die elektrische Leitfähigkeit

wachsen könnte, ohne daß doch die Wärmeleitung eine Zunahme erführe. Diese letztere Erklärung würde im Einklang damit stehen, daß im allgemeinen der Widerstand des Selen mit wachsendem Potential abnimmt.

Messungen des **Reflexionsvermögens im Ultraviolett** sind wegen der geringen Intensität dieses Spektralgebietes sehr schwierig. Einen Fortschritt hat E. O. Hulburt (*Astrophys. J.* 42, S. 205, 1915) durch Benutzung einer Natriumphotозelle mit Fluorittfenster erzielt. Aus dem von einem Wasserstoffrohr nach Lyman ausgesandten, durch ein kurzbreitweites Beugungsgitter spektral zerlegten Licht wurde ein enger Spektralbezirk durch einen Spalt ausgeblendet und fiel dann entweder direkt oder nach Reflexion an dem zu untersuchenden Spiegel auf die Zelle. Der erzeugte Photostrom wurde elektrometrisch gemessen. Untersucht wurde auf diese Weise zwischen 2000 und 3000 Å.E. das Reflexionsvermögen der folgenden 28 Stoffe: Aluminium, Antimon, Wismut, Kadmium, Kohlenstoff, Karborundum, Chrom, Kobalt, Kupfer, Gold, Blei, Magnesium, Molybdän, Nickel, Palladium, Platin, Selen, Silizium, Silber, Spiegelmetall, Stahl, Stellite (eine Chrom-Kobalt-Legierung), Tantal, Tellur, Zinn, Wolfram und Zink. Von einer Ausnahme abgesehen, erreichte das Reflexionsvermögen aller Substanzen kaum 50 %, meist betrug es bedeutend weniger. Nur Spiegel aus Silizium wiesen ein bedeutend höheres Reflexionsvermögen auf. Bei polierten Kristallflächen betrug es fast konstant 76 %, während eine durch Kathodenzerstäubung erhaltene Schicht, die durch etwas Aluminium verunreinigt war, noch 65 % aufwies. Dies sind etwa dieselben Werte, die Hagen und Rubens an dem Machschen Spiegelmagnesium beobachtet haben; Hulburt fand dagegen bei einer von ihm selbst hergestellten je nach der Wellenlänge nur 20 bis 35 %. Wegen der sonstigen guten physikalischen und chemischen Eigenschaften des Siliziums würde sich dieses, da auch sein Reflexionsvermögen im Grün noch 35 % beträgt, sehr gut zu Spiegeln und Beugungsgittern eignen, falls es gelingt, genügend große homogene Stücke zu erhalten.

Bei den für pyrometrische Messungen gebrauchten Farbfiltern muß man als **wirksame Wellenlänge** diejenige definieren, für welche bei einem bestimmten Temperaturintervall für eine bestimmte Lichtquelle das Verhältnis der Strahlungsintensitäten gleich dem Verhältnis der durch das Farbglas beobachteten Gesamtlichtstärken ist. Jene können mit einem Spektrophotometer oder einem Spektralpyrometer, diese mit einem Lummer-Brodhun-Photometer oder einem Holborn-Kurlbaum-Pyrometer gemessen werden. Die Gesamtlichtstärke läßt sich auch auf Grund der spektralen Energieverteilung nach dem Wienschen Gesetz, der Durchlässigkeitskurve des Filters und der Empfindlichkeitskurve des Auges (die für diesen Zweck von E. P. Hyde und W. E. Forsythe, *Astrophys. J.* 42, S. 285, 1915) bis auf 0,770 μ erweitert wurde) berechnen. Nach diesen Methoden fanden E. P. Hyde, F. E. Cady und W. E. Forsythe (*Astrophys. J.* 42, S. 294, 1915) für das Jenaer Rotfilter Glas F 4512 bei 5,8 mm Dicke die wirksame Wellenlänge für 1600 bis 2000 ° absol. Temp. (beim schwarzen Körper) zu $0,663_8 \pm 0,001 \mu$. Bei Änderung der Temperatur von 1336 bis 3100 ° variiert die wirksame Wellenlänge von 0,664₉ bis 0,661₇ μ ; bei Jenaer Kupferoxydglas F 2745 erstreckt sich diese Änderung bei 6,7 mm Dicke von 0,667₁ bis 0,661₅ μ .

Die Durchlässigkeit der Farbgläser nimmt etwas mit steigender Temperatur ab, und zwar hauptsächlich für die kürzeren Wellenlängen. Da aber bei Erwärmung des Glases von 20 auf 80 ° eine schwarze Temperatur von 1900 ° nur um 5 ° zu niedrig gemessen werden würde, so ist der hierdurch hervorgerufene Fehler bei den gewöhnlichen Änderungen der Zimmertemperatur zu vernachlässigen.

Zur **Ultraviolett-Photographie für astronomische Zwecke**, z. B. Mondaufnahmen im ultravioletten Lichte, sind Nickelspiegel den Silberspiegeln wegen ihres größeren Reflexionsvermögens in diesem Spektralgebiet bedeutend überlegen. Sehr gute Nickelspiegel erhält man nun nach Angabe von R. W. Wood (*Astrophys. J.* 42, S. 365, 1915), wenn man auf Silberspiegel Nickel aus einer Lösung von Nickelfluorborat elektrolytisch niederschlägt. Dies Verfahren ist auch für große Spiegel anzuwenden.

Zur Untersuchung der **Schwingungsvorgänge im elektrischen Funken** erzeugt man nach dem Vorbilde von Feddersen mittels eines rotierenden Hohlspiegels ein räumlich zerlegtes Bild desselben auf einer Mattscheibe oder einer photographischen Platte. Damit das Funkenbild stets auf dieselbe Stelle fällt, benutzte man bisher eine mit dem Spiegel verbundene mechanische Kontaktvorrichtung. Viel saubere Verhältnisse erhält man aber, wenn man den Funken durch einen ultravioletten Lichtstrahl auslöst, welcher mittels eines zweiten rotierenden Spiegels auf den negativen Pol einer Hilfsfunkenstrecke geworfen wird, die mit der eigentlichen Funkenstrecke in Serie geschaltet ist (W. O. Sawtelle, *Astrophys. J.* 42, S. 163, 1915). Die beiden Spiegel sind durch einen eisernen Rahmen starr miteinander verbunden und werden gemeinsam durch einen Elektromotor in schnelle Rotation versetzt. Bei den Versuchsbedingungen betrug die Bestrahlungszeit der Hilfsfunkenstrecke nur 10^{-6} sec., wodurch erreicht wurde, daß die verschiedenen Funkenbilder innerhalb eines zehntel Millimeters zusammenfielen. Diese Vorrichtung wurde dazu verwendet, um über das Auftreten einzelner Linien im oszillierenden Funken Aufschluß zu erhalten. Zu dem Zweck wurde an die Stelle der photographischen Platte der Spalt eines Spektrographen gebracht, welcher auf die verschiedenen Teile des Funkenbildes eingestellt werden konnte. Die Superposition von etwa 100 Bildern ergab gute Photogramme. Bis jetzt ist die Methode nur zur Untersuchung des Cadmium-Funkenspektrums verwendet worden. Dabei ergaben sich charakteristische Unterschiede zwischen den Spektren am ursprünglich negativen Pol und in der Mitte des Funkens. An ersterem tritt zunächst das oszillierende Dublett 5379 und 5338 auf, dem in unmeßbar kurzer Zeit die kontinuierlichen Linien 4800 und 4676 folgen, während die gleichfalls kontinuierliche Linie 5059 erst in $3 \cdot 10^{-6}$ sec. Abstand erscheint. Die letzteren drei sind auch in der Mitte der Funkenstrecke beobachtet, sie dauern auch nach dem Abklingen der Schwingungen an und sind hier viel heller als an den Polen; sie treten erst eine meßbare Zeit nach der Anfangsentladung auf und rühren von glühendem Cadmiumdampf her; aus diesem Grunde dauert auch das Leuchten des Cadmiumfunkens noch längere Zeit nach dem Aufhören der Schwingungen an.

G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
APR 8 - 1916
U. S. Department of Agriculture

Heft 8.

25. Februar 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Beweise für die Relativitätstheorie. Von Dr. *P. Riebesell, Hamburg.* S. 97.

Moderne Probleme der Tierphysiologie. I. Von Dr. *Albert Koch, Münster.* S. 101.

Wie kann man schwachsichtig gewordenen Patienten (Soldaten) das Lesen wieder ermöglichen. Von Dr. *H. Erggelet, Jena.* S. 105.

Botanische Mitteilungen. S. 107—108.

Zur Kenntnis des Theospirillum jenense und seiner Reaktion auf Lichtreize. Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagelaten.
Animalische Ernährung bei Grünalgen.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Chemiker-Kalender 1916

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVII. Jahrgang

In zwei Bänden

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

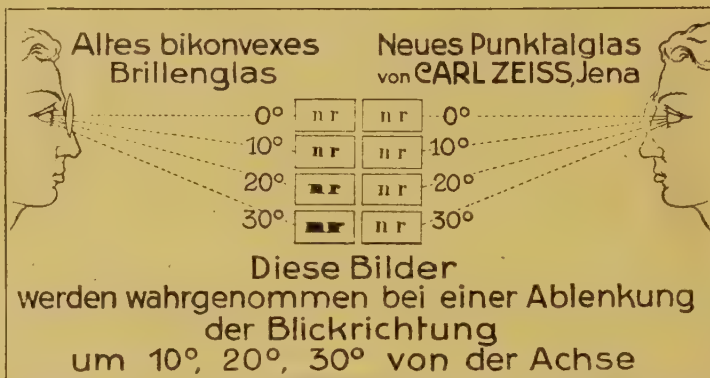
Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

Punktuell abbildende Brillengläser für Kurz- u. Weitsichtigkeit und Astigmatismus.

Deutliche Abbildung

bei jeder Blick-
richtung von
der Mitte bis
zum Rande des
Glases.



Ausnutzung
der natür-
lichen Be-
weglichkeit
des Auges.

Brillen mit Punktalgläsern sind ohne jeden Mechanismus als Sport- und Schießbrillen zu benutzen

Nur durch Optiker
zu beziehen

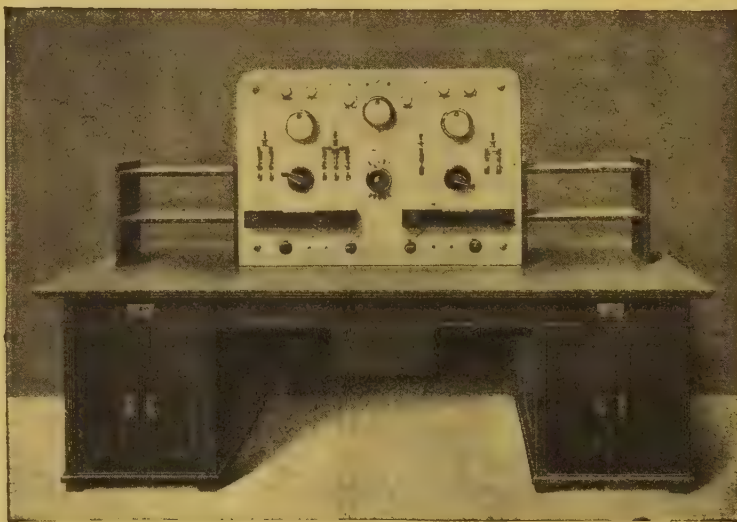
**Berlin
Hamburg**



**Wien
Buenos
Aires**

Prospekt Opto 49
kostenfrei

Siemens & Halske A.-G. *Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin*



Arbeits-tisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentier-
schalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

25. Februar 1916.

Heft 8.

Die Beweise für die Relativitätstheorie.

Von Dr. P. Riebesell, Hamburg.

1. *Beweismöglichkeit.* Nachdem die Relativitätstheorie in neuester Zeit wesentlich verallgemeinert worden ist (3 und 4)¹⁾, verschiedene Versuche, die ihre Richtigkeit dartun sollen, gemacht worden sind (1, 2 und 7) und bisher ungelöste Probleme durch sie eine Aufhellung erfahren haben (5 und 6), erscheint es an der Zeit, einmal die bisher erbrachten Beweise einer kritischen Betrachtung zu unterziehen und sich zu fragen, inwieweit durch sie die Richtigkeit der Theorie verbürgt wird. Natürlich kann es sich vorläufig nur, wie etwa bei der Deszendenztheorie, um *indirekte* Beweise handeln. *Direkte* Beweise, wie sie etwa die Atomlehre aus dem Stadium der Theorie in das Gebiet der Tatsachen übergeführt haben, gibt es vorläufig für die Relativitätstheorie nicht. Wir werden uns also darauf zu beschränken haben, wie immer bei indirekten Beweisen, Tatsachen und Gedankengänge zu nennen, die mit anderen Theorien schlecht oder gar nicht, mit der Relativitätstheorie aber zwanglos zu erklären sind.

2. *Das Relativitätsprinzip.* Das Relativitätsprinzip, das der Theorie als Hypothese zugrunde liegt, sagt in seiner ursprünglichen Form aus, daß die Erscheinungen in einem System von Körpern nur von den Lagen und den Bewegungen jener Körper *relativ zueinander* abhängen. Erfährt das System als Ganzes irgendeine gleichförmige Translation, so soll diese Bewegung auf die innerhalb dieses Systems sich abspielenden Erscheinungen keinen Einfluß ausüben. Oder umgekehrt: Durch Vorgänge innerhalb eines Systems kann man niemals die absolute Bewegung desselben feststellen.

Dieses Prinzip, das von jeher in der Galileischen und Newtonschen Mechanik zugrunde gelegt wurde, schien in der Optik und Elektrodynamik seine Gültigkeit zu verlieren, da hier zu zwei Systemen als drittes ohne unser Zutun der Äther kommt, in dem die elektrischen und optischen Erscheinungen vor sich gehen sollen. Denken wir uns zwei vollständig abgeschlossene Laboratorien, von denen sich das eine gegen das andere bewegt, so hätte der Äther relativ zu diesen Laboratorien eine verschiedene Geschwindigkeit und könnte daher auf die beiden Systeme verschiedene Einflüsse ausüben. Nur wenn der Äther in bezug auf *beide* Laboratorien in Ruhe ist, d. h. also von *beiden* mitgeführt wird, ergeben sich keine Änderungen, doch führt diese An-

nahme, bei Verallgemeinerung auf mehr Systeme, wie sofort einzusehen ist, zu Widersprüchen. Nehmen wir also zunächst einmal die Theorie des *ruhenden Äthers* als richtig an, so handelt es sich darum, *experimentell* festzustellen, ob etwa die Bewegung der Erde einen Einfluß auf optische oder elektrische Erscheinungen hat. Wir wären damit imstande, die *absolute* Bewegung der Erde festzustellen.

3. *Beweise aus der Elektrodynamik.* Ist c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts und v die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bewegung um die Sonne, so verhält sich $v : c = 1 : 10\,000$. Man kann nun von vornherein annehmen, daß die sich zeigenden Effekte proportional den Potenzen von $\frac{v}{c}$ sind. Dabei spielen die *ungeraden* Potenzen die größte Rolle, da die durch sie hervorgerufenen Wirkungen bei Umkehr der Geschwindigkeit, d. h. Bewegung des Systems in entgegengesetzter Richtung, ihr Vorzeichen ändern. Nun hat aber H. A. Lorentz (8) gezeigt, daß die Größen *erster* Ordnung überhaupt nicht auftreten können, und daß auch der Effekt bei Systemen, die *gemeinsam* an der Bewegung der Erde teilnehmen, nie größer sein kann als von der *zweiten* Ordnung. Der Einfluß ist also von der Größenordnung $\left(\frac{1}{10\,000}\right)^2$ und ändert bei der Richtungsumkehr nicht sein Vorzeichen. Alle diejenigen Versuche, die Unterschiede in gewissen Erscheinungen bei Sonnenauf- oder -untergang feststellen wollten, sind demnach von vornherein als verfehlt zu bezeichnen. Im Gebiete der Elektrizität ist aber kein Versuch bekannt, bei dem mit Sicherheit ein Einfluß zweiter Ordnung innerhalb der Grenzen der Beobachtungsmöglichkeit liegt. Einflüsse der Erdbewegung auf Induktionserscheinungen, Wirkungen von elektrostatischen und elektromagnetischen Feldern oder von elektrischen Strömen in Abhängigkeit von der Erdbewegung lassen sich, vielleicht mit Ausnahme des Trouton-Nobleschen Versuches, deshalb bisher nicht als entscheidende Argumente für die Theorie ausnutzen.

4. *Beweise aus der Optik.* Anders steht es in der Optik, in der man versucht hat, den Einfluß der Erdbewegung auf den Gang der Lichtstrahlen bei Reflexion, Brechung und Interferenz zu untersuchen. Namentlich die letztere Erscheinung hat in dem *Michelsonschen Versuch* eine Möglichkeit gegeben, die Wirkung zweiter Ordnung in den Bereich der Beobachtungen zu rücken.

Ist AB in Richtung der Erdbewegung aufgestellt und AC senkrecht dazu, außerdem $AB = AC$, so betrachten wir die Zeiten, die das Licht

¹⁾ Die Zahlen beziehen sich auf das am Schluß gegebene alphabetische Literaturverzeichnis.

für die Wege ABA und ACA gebraucht. Ist $AB = a$, so ist die Zeit für den Weg $AB = \frac{a}{c-v}$ und für den Weg $BA = \frac{a}{c+v}$. Der Gesamtweg ist also

$$\frac{a}{c-v} + \frac{a}{c+v} = \frac{2ac}{c^2 - v^2} = \frac{2a}{c} \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

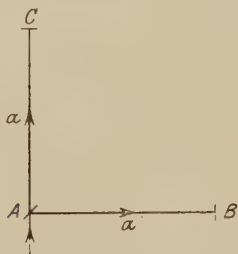
Vernachlässigen wir die Glieder von höherer als der zweiten Ordnung in $\frac{v}{c}$, so ist

$$t_1 = 2 \cdot \frac{a}{c} \left(1 + \frac{v^2}{c^2} \right).$$

Für die resultierende Geschwindigkeit in Richtung AC ergibt sich $\sqrt{c^2 - v^2}$, also wird die Zeit für ACA

$$t_2 = \frac{2a}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2a}{c} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 2 \cdot \frac{a}{c} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{c^2} \right),$$

wenn wir wieder die Glieder höherer Ordnung weglassen.



Der Zeitunterschied ist also

$$t_1 - t_2 = \frac{a v^2}{c^3}.$$

Dieser Zeitunterschied ließe sich durch Interferenz nachweisen, aber alle Versuche haben ein negatives Ergebnis gehabt.

Wie ist nun dieses Resultat zu erklären? Eine Möglichkeit besteht darin, zu sagen, der Äther wird durch den bewegten Körper mitgeführt, aber diese Annahme stößt bei anderen Versuchen auf große Schwierigkeiten (1). Hält man am ruhenden Äther fest, so kann man eine zweite Erklärung für die Erscheinungen geben, wenn man annimmt, daß das Licht aus fortgeschleuderten materiellen Teilen besteht, die dann außer der Geschwindigkeit c noch die Geschwindigkeit der Lichtquelle v haben würden und daher zu Gangunterschieden keinen Anlaß gäben. Die Unabhängigkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts von der Bewegung der Lichtquelle wird aber durch die verschiedensten astronomischen Tatsachen bestätigt (7). Eine dritte Erklärungsmöglichkeit gibt die Kontraktionshypothese, die annimmt, daß sich bei der Bewegung die Strecke AB verkürzt hat. Es ist aber eine solche Verkürzung weder optisch (Doppelbrechung) noch elektrisch (Widerstandsänderung) nachzuweisen. Inwiefern diese Kontraktion nur als scheinbare anzusehen ist, geht aus der allgemeinen Relativitätstheorie hervor, die wir als vierte Er-

klärungsmöglichkeit am besten aus allgemeinen Gesichtspunkten heraus entwickeln.

5. *Beweise aus der Mathematik.* Stellen wir uns wieder die beiden Laboratorien A und B vor, von denen B eine Translationsgeschwindigkeit relativ zu A hat. Von beiden Laboratorien aus werden gewisse Naturerscheinungen beobachtet und beschrieben. Das in bezug auf A ruhende Koordinatensystem, in welchem der Beobachter in A die Vorgänge beschreibt, sei x, y, z , die Zeit t . Die entsprechenden Werte in B seien x', y', z', t' . Das Relativitätsprinzip verlangt nun, daß die Gleichungen, die in A für die Naturgesetze aufgestellt werden, dieselbe Form in x, y, z, t haben wie die in B in x', y', z', t' .

Bewegt sich nun B mit gleichförmiger Geschwindigkeit v längs der X -Achse des Systems A , so daß die X' -Achse in die Richtung der X -Achse fällt und die Y' - bzw. Z' -Achse den Achsen in A parallel bleiben, so gelten die Transformationen:

$$x' = k (x - v t), \quad y' = y, \quad z' = z,$$

$$t' = k \left(t - \frac{k^2 - 1}{v k^2} \cdot x \right),$$

wo k eine Größe bedeutet, die durch die Gleichung

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 n}}$$

mit einer Konstanten n verknüpft ist, die als *universelle Raumkonstante* zu bezeichnen ist. Sie ist die einzige willkürliche Größe, die in den Transformationen vorkommt, und von jeder physikalischen Erscheinung unabhängig, da zur Ableitung nur das Relativitätsprinzip vorausgesetzt wird. Wichtig ist, daß in den Transformationsgleichungen nicht einfach $t' = t$ gesetzt wird wie in der alten Galilei-Newtonschen Mechanik, sondern daß die Zeitregulierung in beiden Laboratorien unabhängig voneinander geschieht, d. h. daß die Uhrenregulierung in beiden Systemen durch irgendeine Kraftübertragung vollzogen wird, daß aber nicht einfach die Uhren des bewegten Systems nach denen des festen Systems gestellt werden. Zur Veranschaulichung dieser Zeitregulierung haben Cohn (2) und Witte (11) sinnreiche Modelle konstruiert.

Um den Zahlenwert von n zu bestimmen, kann man entweder eine Längen- oder Zeitmessung im Laboratorium A von B ausführen, oder irgendeine physikalische Erscheinung beobachten. Beide Methoden liefern:

$$n = \frac{1}{c^2}.$$

Die Transformationen lauten dann:

$$x' = \frac{x - v t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z,$$

$$t' = \frac{t - \frac{v x}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Als einzige Konstante kommt also in den Gleichungen die Lichtgeschwindigkeit c vor. Daß diese eine so hervorragende Rolle in der Relativitätstheorie spielt, liegt daran, daß sie aus der oben erwähnten universellen Konstanten hervorgeht. Diese kann nur von der Art unserer Raum- und Zeitmessungen abhängen. Alle Längenmessungen sind aber nur auf Grund einer genauen Zeitbestimmung möglich, da sie „gleichzeitig“ ausgeführt werden müssen. Auf diese Weise sind Raum und Zeit eng miteinander verknüpft, und die Grundannahmen, die über beide zu machen sind, haben sich nach den obigen Transformationen zu richten.

Aus den Gleichungen ergeben sich als Folgerungen:

1. Überlichtgeschwindigkeiten gibt es nicht, da für $v > c$ die Wurzeln imaginäre Werte liefern.
2. Die Zeiten verkleinern sich für positive x , während sie für negative x vergrößert werden.
3. Zwei Ereignisse, die im ersten System A gleichzeitig zur Zeit t vor sich gehen, haben im zweiten System B die Zeitdifferenz

$$t_1' - t_2' = (x_2 - x_1) \frac{v}{c^2} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

4. Die Entfernung zweier Punkte $x_2 - x_1 = a$ im System A verkürzt sich, wenn sie von B aus gemessen wird, nach der Formel

$$x_2 - x_1 = a \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

5. Das Gesetz vom Parallelogramm der Geschwindigkeiten erhält die Form

$$V = \frac{V' + v}{1 + \frac{V'v}{c^2}}$$

Mit diesen Resultaten lassen sich der Michelsonsche Versuch, die Fizeau-Fresnelschen Versuche in strömenden Flüssigkeiten und die Erscheinung des Dopplerprinzips bequem erklären (6).

6. Es wird:

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2 t'^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2,$$

d. h. zur Zeit t ist das Licht in A bis zur Kugel mit dem Radius ct gekommen und in B ebenfalls bis zu einer Kugel mit dem Radius ct' .

Die Gleichung für die Lichtausbreitung ist invariant für die Transformationen der Relativitätstheorie, dasselbe gilt für die Maxwell'schen Gleichungen, woraus man wichtige Argumente für die Gültigkeit der Relativitätstheorie in den Gebieten der Optik, der Elektrizität und des Magnetismus ableiten kann.

7. Führt man an Stelle der Zeit als vierte Koordinate die Größe

$$l = ict$$

ein, so nimmt der obige Ausdruck die Form

$$x^2 + y^2 + z^2 + l^2$$

an und man erhält vier vollständig gleichberechtigte Koordinaten für Raum und Zeit (8). Man kann dann die Transformation geometrisch als Drehung des Raumzeitkoordinatensystems auffassen. Die beiden Grundeigenschaften der Naturgesetze, unveränderlich zu bleiben sowohl bei einer Lagenänderung als auch bei einer gleichförmigen Translation des Koordinatensystems, sind damit auf eine Tatsache zurückgeführt (9).

8. Die Einführung imaginärer Größen läßt sich vermeiden, wenn man eine geometrische Deutung der Relativitätstheorie in der *hyperbolischen Geometrie* vornimmt (10). Dann erhält die Lichtgeschwindigkeit eine einfache Beziehung zum Krümmungsmaß des hyperbolischen Raumes. Damit wird der Sinn dieser universellen Konstante auf die grundlegende Bedeutung zurückgeführt, die für unser gesamtes Maßsystem einerseits die Gesetze über Geschwindigkeit und Richtung der Lichtbewegung, andererseits die der Trägheitsbahnen haben. Danach wäre die *Geschwindigkeit* der *primäre* Begriff und die Zerlegung dieses Verhältnisses von Länge: Zeit in die Einzelbestandteile wäre nur auf Grund neuer Voraussetzungen über Raum und Zeit zulässig.

In der nichteuklidischen Geometrie wäre die Kontraktion im Michelsonschen Versuch eine Folge der Beschaffenheit des Raumes, und auch zahlreiche andere Erscheinungen, u. a. die endliche Zahl der Fixsterne, würden eine zwanglose Erklärung finden.

6. *Beweise aus der Mechanik.* Ein Körper muß, wenn er sich relativ zu A bewegt, eine Kontraktion zeigen. Die Größe dieser Kontraktion ist von der Geschwindigkeit abhängig. Bewegt sich ein Elektron mit großer Geschwindigkeit, so wird es in Richtung der Bewegung zusammengedrückt, und für die transversale Masse ergibt sich die Formel

$$M = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Diese transversale Masse kommt bei allen Kräften zur Anwendung, die senkrecht zur Bewegungsrichtung des Elektrons wirken. Man hat daher hier eine Möglichkeit, das Relativitätsprinzip *direkt* zu beweisen, wenn die Richtigkeit der letzten Formel, d. h. die Änderung der Masse mit der Geschwindigkeit, experimentell bestätigt wird, etwa durch Einwirkung von elektrischen und magnetischen Feldern auf das Elektron. Wenn

auch noch keine endgültige Entscheidung erfolgt ist, so scheinen doch die Versuche von *Kaufmann*, *Bucherer* und *Hupka* für die Relativitätstheorie zu sprechen (7).

Wendet man die aufgestellten Formeln auf die allgemeinen Bewegungsgleichungen an, so erhält man eine verallgemeinerte Mechanik, aus der die Newtonsche für $c = \infty$ hervorgeht. Das Trägheitsgesetz ist dann nichts anderes als das Relativitätsprinzip für $c = \infty$. Daß es keine größeren Geschwindigkeiten als die Lichtgeschwindigkeit geben soll, liegt also einfach an der Festsetzung unserer Strecken- und Uhrenregulierung. Der Äther ist dabei am besten aus den Betrachtungen ganz wegzulassen.

7. *Beweise aus der Astronomie.* Wir haben bisher die Gültigkeit des Relativitätsprinzips davon abhängig gemacht, daß die verschiedenen Systeme nur konstante Translationsgeschwindigkeiten zueinander haben sollten. *Beschleunigte* Bewegungen oder *Rotationen* waren ausgeschlossen.

Wir wollen nun diese Beschränkungen fallen lassen und zunächst eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung ins Auge fassen. Bewegt sich das Laboratorium *B* mit gleichmäßiger Beschleunigung relativ zu *A*, in der Richtung der aufwärts gerichteten *Z*-Achse, so wird ein Gegenstand, der in *A* ruht, für *B* nach unten fallen. Alle geradlinig gleichförmigen Bewegungen in *A* werden Parabeln in *B*. Es scheint also im System *B* eine Schwerkraft auf sie zu wirken. Man kommt so zu dem Einsteinschen *Äquivalenzprinzip*: Die Änderungen in den Gleichungen beim Übergang von einem System zu einem gleichmäßig beschleunigten sind dieselben, wie sie von einem homogenen Gravitationsfeld hervorgerufen werden. Dabei ist die Voraussetzung von der Äquivalenz der trägen und schweren Masse gemacht, wie sie durch die Versuche von *Eötvös* bestätigt ist (3). Bestände diese Gleichheit nicht, so wären absolute Bewegungen feststellbar. Sind also in der alten Relativitätstheorie nur Systeme gleichwertig, wenn sie in gleichförmiger Transformation zueinander begriffen sind, so gilt dasselbe jetzt auch von beschleunigten Systemen, ja auch von rotierenden. Das scheint zunächst unmöglich zu sein, da, wenn *B* relativ zu *A* gleichförmig rotiert, auf die in *B* ruhenden Massen Zentrifugalkräfte ausgeübt werden, während auf die relativ zu *A* ruhenden keine solche wirken. Es kann aber die Existenz dieser Zentrifugalkräfte auch auf die Rotationsbewegung der Umgebung von *B* zurückgeführt werden, während *B* selbst ruht. Das Zentrifugalfeld kann einfach als ein Gravitationsfeld aufgefaßt werden.

Man kann auf Grund dieser Prinzipien allgemeine Gleichungen für das Gravitationsfeld aufstellen, die beliebigen Transformationen gegenüber, d. h. beliebigen Übergängen von einem System zum andern, invariant sind (4). Dabei gilt im Unendlichkleinen die alte Relativitäts-

theorie. Die Newtonsche Theorie ergibt sich ebenfalls als Näherung für kleine Geschwindigkeiten.

Die wichtigste Folgerung ist, daß die *Lichtgeschwindigkeit* zwar mit der Richtung unveränderlich, aber mit dem Gravitationspotential *veränderlich* ist. Im Gravitationsfelde mit der Beschleunigung *g* ist nämlich der Krümmungsradius der Bahn eines materiellen Punktes an einer Stelle, wo die Bahn horizontal läuft,

$$r^2$$

$$g$$

Ist also die Bahn im System *A* gerade, so hat sie im System *B* die angegebene Krümmung. Ebenso ist ein Lichtstrahl im Gravitationsfelde gekrümmt, der Krümmungsradius ist

$$c^2$$

$$g$$

Eine Krümmung in einem Lichtbündel kann aber nur eintreten, wenn die Geschwindigkeit an verschiedenen Stellen verschieden ist. Für die Abweichung im Gravitationsfelde der Sonne müßte sich eine Ablenkung von etwa 2'' ergeben. Leider hat sich eine Möglichkeit der Bestätigung dieser von der Theorie geforderten Tatsache bisher nicht ergeben.

Ebenso müßte nach der Theorie die *Schwingungszahl* des Lichts im Gravitationsfeld sich ändern. Ein Natriumteilchen müßte auf der Sonne langsamer schwingen als auf der Erde. Die von der Theorie geforderte Verschiebung der Spektrallinie nach rot um etwa $\frac{1}{500}$ des Abstandes $D_1 D_2$ scheint von *Freundlich* bestätigt zu sein (5).

Eine dritte Folgerung aus der allgemeinen Theorie ist die Erklärung der *Perihelbewegung* des Merkur. Die säkulare Drehung der Merkurbahn im Sinne der Bahnbewegung, welche etwa 45'' im Jahrhundert beträgt, wird qualitativ und quantitativ durch das verallgemeinerte Gravitationsgesetz erklärt. Bei einer ganzen Bahnbewegung rückt das Perihel im Sinne der Bahnbewegung vor um

$$\varepsilon = 24 \pi^3 \cdot \frac{a^3}{T^2 \cdot c^2 (1 - e^2)},$$

wo *a* die große Halbachse, *e* die Exzentrizität und *T* die Umlaufzeit bedeuten.

8. *Beweise aus der Thermodynamik.* Nach dem Äquivalenzprinzip muß man schließen, daß mit einer Änderung der *Energie* auch eine Änderung der *Masse* verknüpft ist. Bewegen wir z. B. einen mit Gas gefüllten Kasten von links nach rechts mit gleichmäßiger Beschleunigung, so sind die Stöße der Moleküle gegen die linke Wand stärker als gegen die rechte, das Gefäß erfährt eine Kraft nach links, die Masse und innere Energie sind größer geworden. Dasselbe gilt für einen mit schwarzer Strahlung gefüllten Hohlraum. Da der Strahl gekrümmt sein kann, ist es möglich, daß der Lichtdruck eine einseitig wirkende Kraft ausübt. Es folgt daraus, daß die Energie nicht nur Masse, sondern auch *Gewicht* besitzt. Besitzt die Energie kein Gewicht, sondern nur Masse, so

müßte ein Pendel, an dem eine radioaktive Substanz befestigt ist, langsamer schwingen als ein Pendel, bei dem die radioaktive Substanz durch eine der inneren Energie oder Masse der radioaktiven Substanz entsprechende nichtradioaktive Substanz ersetzt ist. Ein entsprechender Unterschied hat sich aber aus den Versuchen *Southern's* nicht ergeben (7). Auch die von der Quantentheorie geforderte Nullpunktsenergie folgt aus diesen Betrachtungen.

9. *Ergebnis.* Überblickt man die angegebenen Beweise, so ist zunächst hervorzuheben, daß es *keine* Tatsachen gibt, die der Theorie widersprechen, und umgekehrt auch keine Folgerungen aus der Theorie nachweisbar den Erfahrungen widersprechen. Andererseits sind viele Tatsachen vorhanden, die sich bis heute zwanglos *nur* mit dieser Theorie erklären lassen. Die Hauptargumente liegen in der von ganz allgemeinen Voraussetzungen ausgehenden mathematischen Theorie und der strengen Durchführung des Relativitätsprinzips, das für unser Denken etwas Selbstverständliches hat. Es lassen sich dafür eine Reihe von erkenntnistheoretischen und philosophischen Beweisen erbringen (11). Es liegt geradezu im Wesen aller physikalischen Messungen, daß immer hin- und zurücklaufende Signale benutzt werden, so daß eine Änderung der Lichtgeschwindigkeit mit der Richtung von vornherein nicht berücksichtigt wird. Allerdings wird man einen *direkten* Beweis für die Richtigkeit der Theorie erst darin sehen, wenn die geforderte Änderung der Längen- und Zeitmaßstäbe experimentell beobachtet ist. Nun hängt die *Zeitverschiebung* von der Größe v/c ab und die *Maßstabsänderung* von der Größe $\left(\frac{v}{c}\right)^2$. Beobachtbar

werden also die Abweichungen nur sein, wenn man sich große Werte dieser Brüche verschaffen kann. Daß das schwer ist, liegt an der Größe der Lichtgeschwindigkeit c , die in alle Messungen eingeht. Befänden wir uns z. B. in einer Welt, die akustische Signale zur Zeit- und Längenbestimmung benutzt, so würde der Beweis leichter zu erbringen sein. Vergleicht man aber die Beweise z. B. mit denen der Atomtheorie, die auch nicht zu einer direkten Wahrnehmung der Atome führen konnten, so sieht man, daß wir auch bei der Relativitätstheorie auf dem besten Wege sind, zumal man bedenken muß, daß es sich hier um die Grundlagen des physikalischen Denkens handelt, die Beweise also viel schwerer zu erbringen sind. Vor allem scheint es nötig, diese Grundlagen, d. h. die Raum- und Zeitgrößen sowie die von ihnen abhängigen Begriffe, d. h. Geschwindigkeit, Beschleunigung usw., einer eingehenden Revision zu unterziehen. Wenn sich vorläufig die Theorie auf rein *negative* Versuche stützt, so ist sie darin mit der Thermodynamik zu vergleichen, deren Hauptsätze ebenfalls aus negativen Resultaten (Unmöglichkeit des perpetuum mobile 1. und 2. Art) abgeleitet werden.

10. Alphabetisches Literaturverzeichnis.

1. O. Berg, Das Relativitätsprinzip der Elektrodynamik. Göttingen 1910.
2. E. Cohn, Physikalisches über Raum und Zeit. Leipzig 1911.
3. A. Einstein, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. Leipzig 1913.
4. A. Einstein, Zur allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsberichte der Kgl. Pr. Akademie der Wissenschaften 1914 und 1915.
5. A. Einstein, Erklärung der Perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsberichte 1915.
6. M. Laue, Das Relativitätsprinzip. Braunschweig 1911.
7. H. A. Lorentz, Das Relativitätsprinzip (3 Vorlesungen). Leipzig 1914.
8. Lorentz-Einstein-Minkowski, Das Relativitätsprinzip. Leipzig 1913.
9. P. Riebesell, Die geometrischen Deutungen der Relativitätstheorie. (Mitteilungen d. math. Ges. in Hamburg Bd. 5, Heft 3, 1914.)
10. V. Varičak, Über die nichteuklidische Interpretation der Relativitätstheorie (Jahresberichte d. d. Math.-Vereinigung Band 21, 1912).
11. H. Witte, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Wolfenbüttel 1914.

Moderne Probleme der Tierphysiologie.

Von Dr. Albert Koch, Münster i. W.

I.

Die Funktion der pulsierenden Vakuole.

Nachdem man in der zoologischen Forschung die Notwendigkeit und den Wert physiologischer Untersuchungen neben den rein morphologisch-anatomischen Studien erkannt hat¹⁾, mehren sich begreiflicherweise die zoologischen Spezialarbeiten rein physiologischer Natur, und das, was bisher gelegentliche Einzelbeobachtung gewesen ist, tritt in den Mittelpunkt einer exakten experimentellen Studie. Und auch nur auf diese Weise ist es natürlich möglich, ganz allmählich an das ideelle Ziel der *vergleichenden* Physiologie zu gelangen, d. h. die allgemeinen Grundprobleme zu erforschen, die für das Leben aller Tiere gelten, und deren Gesamtergebnis uns eben als das Wesen des Lebens erscheint.

Ein Blick in die tierphysiologische Literatur unserer Tage zeigt, wie weit wir noch von dem Endziele dieser Forschungen entfernt sind, aber trotzdem dürfte es eine lohnende Aufgabe sein, einige der Wege, auf denen man diesem Ziele näher zu kommen sucht, zu besprechen. Es kann sich dabei natürlich nur um eine zwanglose Zusammenstellung einer Reihe „moderner“ Probleme der vergleichenden Physiologie²⁾ handeln.

¹⁾ Vor allem das im Erscheinen befindliche „Handbuch der vergl. Physiol.“. Herausgegeben von Winterstein (G. Fischer, Jena). Kleinere Sammelwerke von hervorragender Bedeutung sind: Verworn, Allgemeine Physiologie; Pütter, Vergleichende Physiologie; Jordan, Vergl. Physiol. wirbelloser Tiere, I. Bd.: Ernährung (sämtlich bei Gustav Fischer, Jena).

²⁾ Eine ausführliche Besprechung und methodische Darstellung dieser Probleme findet man in den dem-

„Der Elementarbestandteil *aller* lebendigen Substanz und das Substrat aller elementaren Lebensäußerungen ist die Zelle. Wenn daher die Physiologie in der Erklärung der Lebensäußerungen ihre Aufgabe sieht, so kann — das liegt auf der Hand — die *allgemeine* Physiologie nur eine Zellularphysiologie sein.“ Dieser Forderung *Verworn's* kommen natürlich alle die Arbeiten nach, die sich mit dem Studium der Einzelligen befassen. Und gerade diese Untersuchungen haben auch ein besonderes Interesse, weil einmal bei den Protozoen die Verhältnisse — in vielen Beziehungen wenigstens — am einfachsten liegen, und weil zum anderen die Beschäftigung mit den Einzelligen gewissermaßen eine Einführung und Inhaltsübersicht über die Probleme und Tatsachen, Hypothesen und Theorien gibt, denen man in der Physiologie der Vielzelligen begegnet¹⁾.

Ein Problem aus der Physiologie der Protozoen ist

die Funktion der pulsierenden (oder kontraktilen) Vakuole.

Bis nahezu ans Ende des vorigen Jahrhunderts galt die kontraktile oder — wie man heute richtiger sagt — die pulsierende Vakuole²⁾ als eine Einrichtung im Dienste der Exkretion und Respiration des Protozoons. Daß diese Aufgabe die physiologische Bedeutung jenes Organells nicht erschöpfen kann, geht aus den verschiedensten Beobachtungen hervor. So hat man z. B. berechnet, daß ein dem Körper des Protozoons gleiches Wasservolumen durch die pulsierende Vakuole entleert wird in einer Zeit, die — für die beobachteten Arten³⁾ — zwischen 2 und 46 Mi-

nächst im Verlage von Gustav Fischer, Jena, erscheinenden „*Elementen der Tierphysiologie*, ein Hilfsbuch für Vorlesungen und praktische Übungen“ von Prof. Dr. Stempel, Münster, und dem Verfasser.

¹⁾ Die Physiologie der Protozoen ist daher auch einer der Zweige der Tierphysiologie, der bisher am eifrigsten bearbeitet worden ist. Werke von Jennings, Die niederen Organismen, ihre Reizphysiologie und Psychologie, Übersetzung von Mangold, v. Provazek, Einführung in die Physiologie der Einzelligen, Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde, Lühe (s. u.), enthalten zusammenfassende Darstellungen dieser Forschungen.

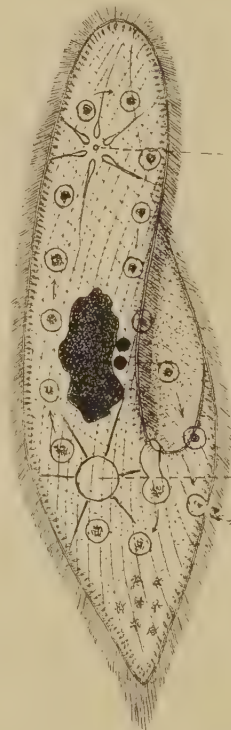
²⁾ Die pulsierende (kontraktile) Vakuole ist ein — gewöhnlich in der Einzahl vorhandenes und bei formbeständigen Einzelligen an bestimmter Stelle gelegenes — rhythmisch funktionierendes Gebilde im Protoplasma der Süßwasser-Einzelligen. Es handelt sich um eine tropfenförmige Flüssigkeitsansammlung, die ihr Volumen — teils durch Zufluß aus kleineren Bildungskavakulen oder zuführenden Kanälen — allmählich vergrößert und nach Erreichung einer Maximalgröße sich plötzlich nach außen entleert. Nach der Entleerung bildet sich an Stelle der verschwundenen Vakuole eine neue, so daß ein regelmäßiges „Vakuolenspiel“ entsteht.

³⁾ Ein dem Körpervolumen gleiches Wasservolumen wird entleert:

bei <i>Uronema nigricans</i>	bei 28° C. in	2 Min.	—	Sek.
„ <i>Lembus pusillus</i>	26° C. „	2	„	27
„ <i>Euplotes patella</i>	25° C. „	14	„	16
„ <i>Stylonychia pustulata</i>	24° C. „	20	„	28
„ <i>Stylonychia mytilus</i>	18° C. „	45	„	—
„ <i>Paramecium aurelia</i>	27° C. „	46	„	—

(Aus Max Lühe, Protozoa, in Hdb. d. Morph. d. wirbel. Tiere, herausgeg. von Arnold Lang.)

nuten liegt. Natürlich muß dieses abgegebene Wasser — bis auf einen kleinen Prozentsatz, der beim Stoffwechsel aus der aufgenommenen Nahrung durch Oxydation gebildet wird — vorher in den Körper aufgenommen worden sein. Schon deshalb ist die Annahme wenig einleuchtend, daß eine solche, relativ sehr große Wassermenge allein zur Beschaffung des Sauerstoffes („Atemwasser“) und zur Ausschwemmung von Stoffwechselprodukten (vor allem Kohlensäure) dienen soll, zumal man bei vielen Einzelligen voraussetzen muß, daß auch eine Oberflächenatmung stattfindet. Eine rein exkretorische und respiratorische Tätigkeit dieses beim Spiel der Vakuole verbrauchten Wassers würde einen



Vordere pulsierende Vakuole, kurz nach der Entleerung; die Zuführungskanäle sind als „Bildungskavakulen“ kolbig angeschwollen.

Hintere pulsierende Vakuole, kurz vor der Entleerung; während der osmotischen Vorgänge.

Fig. 1. *Paramecium aurelia* (nach Stempel und Koch, verändert).

„Wasserwechsel“ des Protozoons bedeuten, wie man ihn als Unterabteilung des Gesamtstoffwechsels in diesem Maße sonst nirgends wiederfindet. Doch wenn sich auch dieser Einwurf schließlich noch entkräften ließe, so bieten ganz andere Schwierigkeiten folgende Punkte, die bei Annahme einer einseitigen „Exkretions-Respirations-Funktion“ gar nicht zu erklären sind. Diese Beobachtungen sind aber andererseits gerade die Hauptstützen der modernen Theorie, die in der pulsierenden Vakuole in erster Linie einen Apparat zur Regulierung des osmotischen Druckes sieht.

Es handelt sich um folgende beobachteten und experimentell erwiesenen Tatsachen:

1. Pulsierende Vakuolen kommen ganz all-

gemein vor bei den Süßwasserprotozoen, dagegen fehlen sie den allermeisten marinen und sehr vielen parasitischen Formen.

2. Die zwischen zwei Pulsintervallen liegende, für jedes Protozoon — unter gleichen äußeren Bedingungen — nahezu konstante Zeit (das sogenannte „durchschnittliche Pulsintervall“ oder die „Pulsationsfrequenz“) ist abhängig von dem Salzgehalt des umgebenden Mediums, und zwar zeigt sich, „daß die Frequenzzahl der pulsierenden Vakuole meist direkt proportional dem osmotischen Druck der Außenflüssigkeit¹⁾, also umgekehrt proportional dem Molekulargewicht der in dieser Außenflüssigkeit gelösten Substanz ist“ (*Stempell*²⁾). Das Pulsintervall (*Stempells* Versuche mit *Paramaecium*) ändert sich also nicht in isosmotischen Lösungen (z. B. 0,25-prozentiger NaBr-Lösung und 0,14-prozentiger NaCl-Lösung).
3. Bei langsamer (20 Tagen) Gewöhnung eines Süßwasserprotozoons (*Amoeba verrucosa*) an das Leben im Meerwasser (1½-prozentige NaCl-Lösung) verschwindet allmählich die pulsierende Vakuole; sie entsteht wieder bei langsamer (24 Stunden) Aussüßung des Salzwassers (*Zülzer*³⁾).
4. Beim thigmotaktischen⁴⁾ Stillstehen oder beim Festlegen eines Protozoons zwischen Objektträger und Deckglas wird das Pulsintervall verlängert⁵⁾, im destillierten Wasser und bei Temperaturerhöhung verkleinert⁶⁾.

Alle diese Befunde, zu denen bei eingehenderer Darstellung noch weitere hinzutreten hätten, sprechen für eine osmotische Funktion der pulsierenden Vakuole. Diese Theorie wurde — nach *Stempell* — zuerst von *Hartog* (1888) aufgestellt, dann von *Degen*⁷⁾ eingehend begründet. Sie hat, wie alle neuen Theorien, Anhänger und Gegner

¹⁾ Dies Gesetz gilt nur für solche Salzgehalte, die keine „Giftwirkungen“ auf das Tier ausüben. Physiologische Erklärungsversuche dieser „Giftwirkungen“ von Salzlösungen bestimmter Konzentration sind bisher nur in den ersten Ansätzen vorhanden.

²⁾ Beiträge z. Physiol. d. puls. Vakuole (Vorl. Mitt.) S. B. med. nat. Ges., Münster 1913.

³⁾ Der Einfluß d. Meerwassers auf d. puls. Vakuole. A. Ent. Mech. XXIX.

⁴⁾ Unter „Thigmotaxis“ oder „Thigmotropismus“ versteht man eine auf Berührung hin erfolgende Reaktion, die sich durch Festhaften an der betreffenden Stelle äußert.

⁵⁾ Diese Erscheinung erklärt sich nach *Stempell* so, daß „ein Teil der Oberfläche der Osmosewirkung entzogen wird“, daß ferner „die die Osmosewirkung durch Bildung osmotisch wirksamer Oxydationsprodukte unterstützende O-Aufnahme behindert“, und daß endlich „durch den mechanischen Druck zunächst ein Gegengewicht gegen den osmotischen Druck geschaffen wird“.

⁶⁾ Temperaturerhöhung bewirkt Beschleunigung der Oxydationsprozesse und dadurch indirekt schnelleren Verlauf der osmotischen Prozesse.

⁷⁾ Untersuchungen über die kontr. Vakuole und die Wabenstruktur d. Protoplasmas. Botan. Ztg. Jg. 63, 1905.

gefunden. Zu den ersteren gehören u. a. *Zülzer* (l. c.), *Burián*¹⁾, *Stempell*²⁾, zu den letzteren *Khainsky*³⁾ u. a.

Die Grundgedanken der Theorie selbst sind etwa folgende: Das Protoplasma des Zellkörpers bildet der umgebenden Außenflüssigkeit gegenüber eine hypertonische Lösung, und ebenso die in der Vakuole angesammelten Exkretstoffe gegenüber dem Protoplasma. Vom biochemischen Standpunkt aus ist diese Annahme berechtigt; denn die Stoffwechselendprodukte haben im Vergleich mit den das Protoplasma bildenden Substanzen, den Eiweißkörpern, Kohlehydraten und Fetten, viel kleinere Moleküle, da sie ja Zerfallsprodukte jener Stoffe sind. Und infolge dieser einfacheren chemischen Konstitution müssen sie einen höheren osmotischen Druck als die Körperflüssigkeit entfalten. Den Mechanismus, der sich nun auf Grund dieser „osmotischen Beziehungen“ der drei Medien (umgebende Flüssigkeit, Protoplasma, Exkretstofflösung) zueinander im Protozoonkörper ausgebildet hat, erklärt *Stempell* für *Paramaecium*, das als eines der höchststehenden Einzelligen auch in dieser Beziehung weitgehendst differenziert ist, folgendermaßen: „Die Endprodukte des Stoffwechsels sammeln sich in gelöster Form an bestimmten Stellen des Protoplasmas, nämlich in einem — vielleicht überall verästelten — Kanal- oder Lückensystem an, dessen Ausführungsgänge nach den beiden pulsierenden Vakuolen zusammenlaufen. Sobald die Vakuole sich entleert, schwellen die Enden dieser Zuführungskanäle kolbig als „Bildungsvakuolen“ an, da die Flüssigkeit hierhin als den Ort jetzt geringsten Druckes zusammenströmt und sich hier staut. Dadurch öffnen sich feine, aus Protoplasma gebildete Rückschlagsventile und lassen die in den Kanalenden angesammelte Flüssigkeit in den Vakuolenraum zusammenfließen, um sich nach Füllung desselben alsbald wieder zu schließen.“ In diesem Augenblick ist das oben beschriebene, aus drei — in bezug auf ihren Salzgehalt verschiedenen — Medien bestehende „osmotische System“ funktionsfähig. Alle weiteren Stadien im einmaligen Vakuolenspiel werden nun allein durch osmotische Vorgänge bewirkt: Es folgt jetzt „dadurch, daß die in der Vakuole angesammelte Lösung einen hohen osmotischen Druck hat, aus dem Protoplasma ein dauernder Zufluß von Wasser zu dieser abgeschlossenen Flüssigkeitsmenge durch die ad hoc gebildete semipermeable Vakuolenwand hindurch. Sobald der Druck des Vakuoleninhalts dann eine bestimmte Höhe erreicht hat, d. h. größer geworden ist als der äußere Wasserdruck, öffnet sich unter gleichzeitiger Durchreißung der dünnen Alveolarschicht

¹⁾ Die Exkretion in *Winterstein*, Hdb. d. vgl. Ph. Liefg. 5, Bd. 2.

²⁾ l. c. und Die Funktion d. puls. Vakuole u. einen Apparat zur Demonstration derselben. Zool. Jahrb., Abt. f. Allg. Zool. u. Physiol., Bd. 34, 1914.

³⁾ Zur Morph. u. Physiol. einiger Infusorien (*Paramaecium caudatum*). Arch. Prot. Kunde, Bd. 21.

an der Spitze einer papillenförmigen Vorwölbung der Pellicula ein zweites Rückschlagsventil, und es erfolgt unter dem Druck des Protoplasmas und der Oberflächenspannung des Vakuolentropfens die vollständige Entleerung der Vakuole“, und zwar „ohne aktive Kontraktion des Protoplasmas“. Darauf wiederholt sich der ganze Vorgang in derselben Weise.

Das neue Moment, das *Stempel* in diesen Erklärungsversuch hineinbringt, besteht in der Hauptsache in der Ventilwirkung¹⁾; denn ohne diese ist die ganze Apparatur schlechterdings nicht funktionsfähig. Die Untersuchungen von *Khainsky* an Querschnitten durch *Paramäcium* senkrecht zur Oberfläche der pulsierenden Vakuole scheinen nun auch anatomisch das Vorhandensein einer Art Ventil, wenigstens einer präformierten Stelle in der dünnen, die Vakuole von der Außenwelt trennenden Ektoplasmaschicht²⁾, die bei „Öffnung des Ventils“ offenbar berstet, nachgewiesen zu haben. Ebenso läßt sich vielleicht eine Beobachtung *Pütters*, daß nach der ersten Füllung der Vakuole die Verbindung zwischen den Enden der Zuführungskanäle und der Vakuole unterbrochen sei, als anatomischer Nachweis dafür deuten, daß in diesem Stadium — d. h. nach Schließung des Rückschlagventils an der Mündung der Zuführungskanäle in die Vakuole — die Enden der Bildungskanäle vollständig kollabiert sind. Wie weit und ob es überhaupt bei der Natur der Sache möglich sein wird, diese in physiologischer Hinsicht notwendige Voraussetzung von Ventilen völlig einwandfrei anatomisch zu begründen, müssen wir vorläufig noch dahingestellt sein lassen.

Daß bei den verschiedenen Protozoen, die im Besitze von pulsierenden Vakuolen sind, die Verhältnisse in dieser Hinsicht sicher verschieden liegen, daß auch bei ein und derselben Art starke Schwankungen im Spiel der Vakuole auftreten können, die durch Nahrungsaufnahme, Rasse-eigentümlichkeiten usw. bedingt sind, kann die Gültigkeit der Osmosetheorie an sich wohl kaum mehr in Frage stellen.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die „Osmosetheorie“ die frühere Ansicht, in der pulsierenden Vakuole ein exkretorisch-respiratorisches Organell zu sehen, nicht a priori verdrängen will, sondern daß sie im Gegenteil eine solche Funktion als Grundlage (Anwesenheit der Exkretstofflösung) für ihre Theorie benutzt. Die „Osmosetheorie“ ist nur insofern Gegnerin der

alten Hypothese, als sie die Hauptaufgabe der pulsierenden Vakuole zweifellos in der Hinausbeförderung des osmotisch in den Protozoenkörper eingedrungenen Wassers sieht.

Daß unter den für die Osmosetheorie angenommenen Voraussetzungen tatsächlich ein Zustandekommen des Vakuolenspiels möglich ist,

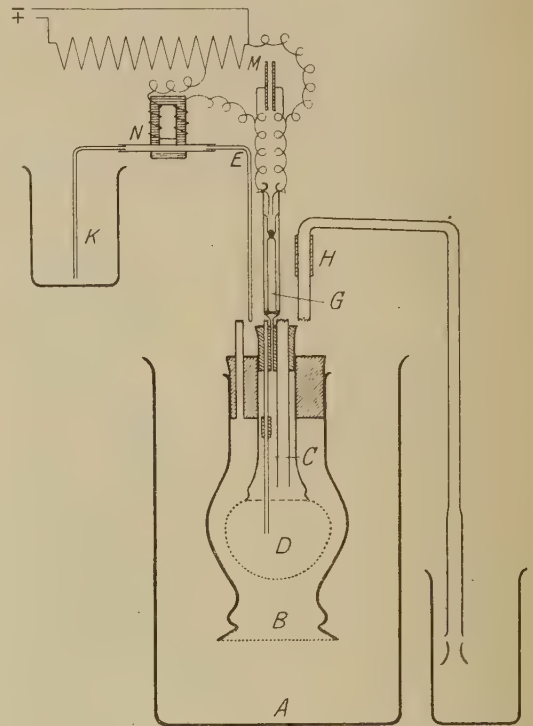


Fig. 2. Schema des Stempellschen Apparates.

- A Äußeres Gefäß, Wasser enthaltend („Medium“);
- B mittleres Gefäß, 5-prozentige KNO_3 -Lösung enthaltend, unten durch Membran (punktiert) abgeschlossen („Protoplasma“);
- C inneres Gefäß, unten durch membranöse Blase D abgeschlossen, 25-prozentige KNO_3 -Lösung enthaltend („pulsierende Vakuole“);
- K „Exkretstoffreservoir“, 25-prozentige KNO_3 -Lösung enthaltend, füllt durch den Heber E („Zuführungs-kanäle“, im Text Heber II) die Vakuole. Der Heber besteht bei N aus einem Stück Gummischlauch. Die Zufuhr der Exkretstofflösung zu der Vakuole kann durch Schließung des an dieser Stelle befindlichen Elektromagneten unterbrochen werden;
- H Überlaufheber, der infolge des in der Vakuole entstehenden Füllungsdruckes eine Entleerung der Vakuole gestattet (im Text: Heber I);
- G „Rückschlagsventil“, das die Unterbrechung der Exkretstoffzufuhr bewirkt durch Schließung des elektrischen Stromes in der Apparatur M (nach *Stempel*).

zeigt ein Modell, das *Stempel* am Schlusse seiner Untersuchungen beschreibt¹⁾. Die Apparatur, die auf den ersten Blick allerdings wenig Ähnlichkeit mit einer pulsierenden Vakuole verrät, besteht im Prinzip aus drei ineinander sitzenden

¹⁾ Außerdem stammt die Erklärung der Funktion der Zuführungskanäle von *Stempel*.

²⁾ „Ektoplasma“ (= Ektosark): der nach außen gelegene Teil des Protoplasmas vieler Protozoen, der sich von dem das Innere des Zellkörpers bildenden „Endoplasma“ (= Endosark) meist durch größere Festigkeit oder Zähigkeit unterscheidet. Die Differenzierung in Ekto- und Endoplasma ist mikroskopisch infolge des verschiedenen optischen Verhaltens der beiden Medien leicht nachzuweisen: das Ektoplasma erscheint meist als heller Saum einer dunkleren, das Endoplasma bildenden Innensubstanz.

¹⁾ Eine ausführliche Beschreibung des Apparates findet sich außerdem noch in den eingangs (Fußnote) erwähnten „Elementen der Tierphysiologie“.

Glasgefäßen, von denen das mittlere nur seitlich aus Glas und an der Unterfläche aus einer tierischen Membran, das innerste in seinem ganzen unteren Teile aus einer solchen Blase gebildet wird. Das äußere Gefäß wird mit Wasser, die beiden inneren werden mit verschiedenprozentigen Salzlösungen (KNO_3) gefüllt. Das Wasser im äußeren Gefäß stellt das Medium dar, in dem das Protozoon lebt, das salzhaltige Wasser (5-prozentige KNO_3 -Lösung) im mittleren Gefäß entspricht dem Tier selbst, resp. dem Protoplasma desselben, die stärkere Salzlösung (25-prozentige KNO_3 -Lösung) im innersten Gefäß dem Vakuolenapparat. Ein aus dem inneren Gefäß herausführender Heber (I) stellt den äußeren Porus „mit dem an diesem angebrachten, sich bei einem bestimmten Druck des Vakuoleninneren öffnenden Ventil“ dar. Außerdem ist noch ein die Zuführungskanäle nachbildender Heber (II) vorhanden für die Zufuhr neuer „Exkretstofflösung“ (25 % KNO_3) in die „Vakuole“. Ein an diesem Heber angebrachtes Ventil⁴⁾ entspricht dem Rückschlagsventil an der Mündung der Zuführungskanäle.

Das Modell gibt — bei richtiger Behandlung — genau das Spiel der Vakuole wieder: Füllung derselben (inneres Gefäß) bis zu einer gewissen Grenze, an der die Schließung des „Rückschlagsventiles“ erfolgt, wodurch eine weitere Zufuhr von „Exkretstofflösung“ durch die Zuführungskanäle (Heber II) unterbunden wird. Dann folgt weitere Füllung der Vakuole auf osmotischem Wege infolge Wassereintritts (durch die betreffenden tierischen Membranen hindurch) aus dem äußeren (Medium) ins mittlere (Protoplasma) und aus diesem ins innere Gefäß (Vakuole), bis schließlich durch den in der Vakuole entstehenden Füllungsdruck eine Öffnung des nach außen führenden „Ventils“ und somit eine „Entleerung der Vakuole“ eintritt (Überlaufen des Hebers I und Zusammenfallen der Blase am innersten Gefäß). Gleichzeitig wird aber dadurch das die Zuführungskanäle sperrende „Rückschlagsventil“ geöffnet, und die Füllung der „Vakuole“ beginnt von neuem.

Die große Überlegenheit dieses Stempellschen Modells über die frühere Rhumblersche Nachbildung der pulsierenden Vakuole, die bekanntlich auf Grund der Oberflächenspannungsverhältnisse zwischen Alkohol, Chloroform und Wasser zustande kommt, ist wohl sofort einleuchtend. Während bei *Rhumbler* nur eine der Vakuolentleerung rein äußerlich ähnliche Form der Ausstoßung einer von außen bezogenen Wassermenge, die mit „Stoffwechselprodukten“ (Alkohol) beladen ist, aus dem Chloroform stattfindet, hat

Stempell in seiner Apparatur ein den natürlichen Bedingungen weit mehr entsprechendes Nachbild der Wirklichkeit geschaffen. Und darin besteht doch einzig und allein der Wert dieser Modelle, oder besser: physiologischer Nachbildungen, über deren Berechtigung die Meinungen ja allerdings manchmal geteilt sind. Geschieht die wissenschaftliche Verwertung eines solchen Apparates nach dem Grundsatz: „weil ich einen beliebigen in der Natur beobachteten Vorgang (also hier das Vakuolenspiel) irgendwie auf künstlichem Wege nachbilden kann, deshalb müssen die natürlichen Grundlagen, d. h. die im Leben geltenden Bedingungen für die betreffende Beobachtung, genau dieselben sein wie meine künstlich angewandten Mittel, mit denen ich äußerlich das gleiche Ergebnis erreicht habe“, so kann man von vornherein mit einem oder mehreren Fehlschlüssen rechnen. Und aus diesem Grunde verliert der Rhumblersche Versuch sehr an Bedeutung. Geht man aber so vor, daß man die im Leben beobachteten und als wesentlich erkannten Grundlagen nachzubilden und auf ihnen eine solche Versuchsanordnung aufzubauen versucht, daß schließlich auch das Endergebnis der in der Natur beobachteten Erscheinung entspricht, so kann das so entstandene Modell als Probe auf die Richtigkeit und physiologische Möglichkeit unserer Anschauung über das betreffende Problem dienen, — und so angewandt, ist die „Modellkonstruktion“ vielleicht keine schlechte Forschungsmethode zur Lösung tierphysiologischer Probleme.

Wie kann man schwachsichtig gewordenen Patienten (Soldaten) das Lesen wieder ermöglichen? ¹⁾

Wie schon der Titel andeutet, gaben dem Verfasser die jetzt infolge der Kriegsverletzungen gehäuften Fälle von Schwachsichtigkeit Veranlassung, sich zu einem Thema zu äußern, das früher zwar schon behandelt worden ist (*Wagenmann*), das aber zurzeit für weitere Kreise lebhafteres Interesse und eine besondere praktische Bedeutung besitzt. Ein genaueres Eingehen auf die Mitteilung erscheint daher auch an dieser Stelle gerechtfertigt.

Fast die ganze Netzhaut mit Ausnahme eines kleinen Fleckes in der Mitte, der nur wenige Grad umfaßt, dient lediglich der Orientierung, und zwar vermittels recht wenig deutlicher Bilder. Das feinere Unterscheidungsvermögen geschieht einzig mit Hilfe der Netzhautmitte. Dinge, deren Aussehen wir genau zu erkennen wünschen, bilden wir Punkt für Punkt im Netzhautzentrum ab, indem wir unser Auge von einem Punkt zum andern richten, die Dinge, wie wir sagen, Punkt für Punkt fixieren. Große Stücke des Gesichtsfelds können ausfallen, ohne daß wesentliche Störungen sich bemerk-

⁴⁾ Es handelt sich um ein — in Zusammenhang mit elektrischen Hilfsapparaten angebrachtes — elektrisches Ventil, da sich aus rein technischen Gründen ein der Wirklichkeit mehr entsprechendes mechanisches Ventil, das auf die kleinsten Druckdifferenzen unter allen Umständen sicher reagiert, nicht oder doch nur mit sehr großen Schwierigkeiten konstruieren läßt.

¹⁾ W. Stock, Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1915, 55, S. 217—229. M. 8 Textabb.

Das gleiche Thema behandelt ein Vortrag desselben Verfassers vom 3. Juni 1915 vor der mediz.-naturwiss. Gesellsch. zu Jena, Sektion f. Heilkunde. Münch. mediz. Wochenschr. 1915, 62, S. 964—966 (13, VII).

bar machen. Wird jedoch die Stelle des deutlichsten Sehens betroffen, so fällt das natürlich sofort außerordentlich auf, weil dann nichts mehr deutlich gesehen werden kann. Betrifft eine derartige Störung beide Augen oder, was leider auch vorkommt, das bisher gesunde, dessen unverletzter Partner schon von Haus aus schlecht war, so gerät dadurch ihr Träger in eine sehr unangenehme Lage, weil zu jeder nicht ganz groben Arbeit, wie zum Lesen und Schreiben, eine gute „zentrale Sehschärfe“ erforderlich ist. Mit derartigen Fällen befaßt sich die vorliegende Arbeit.

Man kann die zentrale Sehschärfe definieren als die Fähigkeit des Auges, zwei Punkte von einem gewissen Winkelabstand getrennt wahrzunehmen. Als normaler Mindestwert gilt ein Winkel von 1 Minute. Ein normales Auge, das die zwei Punkte unter diesem Winkel zu trennen vermag, hat die Sehschärfe 1. Wird die zentrale Sehschärfe geschädigt, so daß der Winkelabstand beispielsweise doppelt so groß sein muß, wenn noch zwei gesonderte Punkte erkannt werden sollen, dann sagt man, die Sehschärfe sei auf $\frac{1}{2}$ gesunken. Wünscht ein solcher Kranker etwas zu erkennen, was ein Normaler unter gleichen Bedingungen eben noch unterscheiden kann, was für Hilfsmittel hat man dann anzuwenden? Es liegt die Aufgabe vor, die Winkel, unter denen die betreffenden Dinge erscheinen, zu vergrößern, im gewählten Beispiel zu verdoppeln. Das kann einmal geschehen, indem man den Betrachtungsabstand halbiert. Das ist unter Umständen, wie meist beim Lesen, leicht zu machen. Ein anderer Ausweg, um etwa das Lesen zu erleichtern, ist die Benutzung doppelter Schriftgröße, dann kann die Entfernung erhalten bleiben. Beide Auswege sind aber oft nicht gangbar. So hat die Annäherung, die bei höheren Graden von Schwachsichtigkeit sehr groß sein müßte, deshalb ihre Grenzen, weil die Anpassungsfähigkeit des Auges für die Nähe (Akkommodation) beschränkt ist und mit dem Alter stetig bis Null abnimmt. Reicht sie nicht aus, so entstehen undeutliche Netzhautbilder. Die starke, auf die Dauer ermüdende Nahanpassung läßt sich aber vermeiden, wenn man an den Gegenstand mit einer Lupe herangeht. Sie bildet ihn im Unendlichen unter einem bestimmten Winkel w ab,

der nur von der Brennweite abhängt ($tg w = \frac{y}{f}$).

Dieses unendlich ferne Bild wird mit dem Auge betrachtet. Fernstehenden Dingen gegenüber kommt man aber auch so nicht zum Ziel, weil man nicht beliebig über den Betrachtungsabstand verfügen kann. Für derartige Zwecke bedient man sich, wie auch schon bei normalsichtigem Auge, des vergrößernden Fernrohres. Dieses liefert von unendlich fernen Dingen Bilder unter vergrößerten Winkeln, und zwar wieder im Unendlichen gelegene. Aber auch für nahegelegene Gegenstände läßt sich dies Instrument mit Vorteil gebrauchen, wenn wieder durch eine Lupe, die als Vorsatzlinse vor dem Objektiv anzubringen ist, das nahegelegene Objekt ins Unendliche abgebildet wird. Dieses ferne Bild bietet sich dann dem Fernrohr als Objekt dar. Was nun die Auswahl unter den Fernrohrsystemen angeht, so ist klar, daß man für unsere Zwecke handliche und leichte Formen bevorzugen wird, und daß der Grad der Vergrößerung durch die Höhe der Schwachsichtigkeit oder auch durch die Feinheit der zu leistenden Arbeit bestimmt wird. Am bequemsten ist das kurze holländische Fernrohr, das in der Regel eine nur mäßige Vergrößerung erhält. Das Keplersche oder astronomische Fernrohr ist lang und

liefert umgekehrte Bilder. Ernst Abbe gelang es im Jahre 1893, die schon von Ignazio Porro 1850 angegebenen Spiegelprismen in das astronomische Fernrohr einzubauen und ein praktisch brauchbares System zu erzielen. Durch die Prismenpaare wird das umgekehrte Bild aufgerichtet, und das ganze Instrument erheblich verkürzt (auf 6—7 cm). Solche Instrumente lassen sich zur Unterstützung schwachsichtiger Augen mit großem Erfolg anwenden. Auf die Eigenschaften der dazu verwendeten Systeme geht der Stocksche Aufsatz ausführlich ein. Im allgemeinen sind die nach dem Typ des holländischen Fernrohres gebauten Fernrohrbrillen mit ihrer bis 2-fach vergrößernden Wirkung für Sehschwächen bis zu $\frac{1}{4}$ bestimmt, während schlechtere Augen die stärkeren 3- oder 6-fach vergrößernden Prismenfernrohre nötig haben.

In der ersten Zeit seiner Anwendung bei Kurzsichtigen, die schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts bekannt war, wurde das holländische Fernrohr wie ein kurzes Handfernrohr vors Auge gehalten. Schon im Anfang des 19. Jahrhunderts erhielt es eine Brillenfassung. Es war aber noch verhältnismäßig schwer und wohl noch mit anderen optischen Mängeln behaftet. So blieb es der neuesten Zeit vorbehalten, den Gedanken der Fernrohrbrille in vollkommener Weise zu verwirklichen. Auf Grund der systematischen theoretischen Bearbeitung durch M. von Rohr entstanden in der Zeißischen Werkstätte die leichten, aus zwei Linsen zusammengesetzten Fernrohrbrillen für stark Kurzsichtige. Sie werden in der Regel ausgestattet mit einer 1,3—1,7-fachen Vergrößerung, die in besonderen Systemen bis zur 2-fachen gesteigert werden kann. Zu diesen stärkeren Wirkungen muß man naturgemäß greifen, wenn man schwachsichtige Augen unterstützen will. Bei dieser Aufgabe trifft es sich sehr glücklich, daß die ursprünglich für hochgradig kurzsichtige Augen bestimmte Konstruktion auch für leicht kurzsichtige und sogar auch schwach übersichtige Augen sich ausführen läßt. Für die Betrachtung naher Gegenstände ist in der Regel ein vor der objektseitigen Linse anzubringendes Aufsteckglas erforderlich, das die Schriftfläche unter möglichster Vermeidung von Abbildungsfehlern ins Unendliche abbildet. Dann liegt für die Fernrohrbrille wieder genau die vorher behandelte Aufgabe vor, ein fernes Ding dem Auge unter vergrößerten Winkeln zu zeigen. Das Auge hat dann keine Nahanpassung nötig. Die Möglichkeit, dieses Vorsteckglas mit der Vorderlinse der Fernrohrbrille zu verschmelzen, führte zum Bau von besonderen Presbyopenfernrohrbrillen stärkerer Vergrößerung. Diese Systeme sind bestimmt für Augen, deren Nahanpassung mit dem Alter schon ein wenig abgenommen hat.

Die Fernrohrbrillen sind leichte Instrumente, die als Brille getragen werden sollen. Während sie also dem Kopf des Trägers gegenüber stets die gleiche Stellung einnehmen wird, verändert die Fixierlinie bei den Blickbewegungen des Auges ihre Lage der Brille gegenüber dauernd. Die Drehung erfolgt um einen im Augeninnern gelegenen Punkt, der im Kopf eine konstante Stellung hat, also auch der Brille gegenüber stets denselben Ort einnimmt, wie auch das Auge stehen mag. Für dünne Strahlenbüschel, die auf der Augenseite in diesem Punkt sich kreuzen, sind die Fehler des Astigmatismus schiefer Büschel, der Verzeichnung und störender Farbfehler in diesen Systemen beseitigt. Durch das Gesichtsfeld des Instruments wird das Blickfeld des Trägers beschränkt auf $2 \times 12^\circ$ und darunter. Der ungeübte Träger hat

beim Gebrauch keinerlei Schwierigkeiten zu überwinden, weil er mit seinem Auge ebenso blicken kann wie auch sonst im freien Sehen. Das ist mit ein wesentlicher Unterschied gegenüber den später zu betrachtenden Fernrohrbrillen. Da man weiß, daß die Fernrohrbrille für einen bestimmten Achsenpunkt hinter der Brille korrigiert ist, indem die Blicklinien sich kreuzen sollen, so erhellt ohne weiteres, daß der Anpassung größte Sorgfalt zu widmen ist. Der genannte Achsenpunkt muß an den Ort des Augendrehpunkts des Trägers zu liegen kommen.

Als Beispiel für die erfolgreiche Anwendung werden 2 Fälle aus der Praxis mitgeteilt: Der eine betrifft einen Schüler mit einer Sehschärfe von $\frac{1}{4}$. Durch eine 2-fach vergrößernde Fernrohrbrille wird er in den Stand gesetzt, zu lesen, was an der Tafel geschrieben wird, so daß er nun ohne weiteres dem Unterricht folgen kann.

Schwierigkeiten bei der Farbfehlerkorrektion, Zunahme des Gewichts und schließlich auch die starke Verminderung des Gesichtsfeldes lassen die Herstellung noch stärkerer Vergrößerungen bei diesen Systemen nicht zu, und man hat, wo höhere Grade von Schwachsichtigkeit zu behandeln waren, zur Fernrohrlupe gegriffen.

Richtet man ein Fernrohr gegen den hellen Himmel und betrachtet dessen augenseitiges Ende, so sieht man außerhalb der Okularlinse ein kleines, helles, kreisrundes Scheibchen schweben, die Austrittspupille. In deren Mitte kreuzen sich die augenseitigen Hauptstrahlen. Da nun die Austrittspupille so nah am Instrument liegt, als daß der Augendrehpunkt an ihren Ort gebracht werden könnte, so genügt eine Augendrehung allein nicht, wenn ein seitlich der Achse gelegener Punkt betrachtet werden soll. Dann muß auch der Kopf mitgedreht werden dem Fernrohr gegenüber. Dieser Verhältnisse wegen ist die Gebrauchsweise der Fernrohrlupe eine ganz andere als die der Fernrohrbrille. Die Fernrohrlupe darf nicht wie eine Brille fest mit dem Kopf verbunden werden, was auch des höheren Gewichts halber nicht ratsam ist. Sie muß entweder mit der Hand oder an einem Stativ vors Auge gebracht werden. Die Beträge der Verschiebung des Kopfes dem Fernrohr gegenüber, die man zur Betrachtung seitlicher Gesichtsfeldteile ausführen muß, sind sehr klein, es handelt sich um wenige Millimeter. Deshalb ist wenigstens für den Anfang der Gebrauch für den Neuling immerhin mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft, ganz besonders für Leute mit starker Herabsetzung der zentralen Sehschärfe. Die ungewohnte Art der Beobachtung, die sog. Schlüssellochbeobachtung, muß gelernt sein und erfordert Übung. Dafür aber ist das Gesichtsfeld ein recht großes und das Bild überall sehr deutlich sowie frei von Verzeichnung und Farbfehlern. Das wahre, objektseitige Gesichtsfeld, d. i. der Hauptstrahlenwinkel in der Mitte des Objekts, beträgt bei 3- (6-) facher Fernrohrvergrößerung $13,3^\circ$ ($6,7^\circ$). Für nahe, aber noch über 1 m entfernte Gegenstände kann die Einstellung durch Okularverschiebung erfolgen. Das ist bei den Fernrohrbrillen nicht möglich. Sie müssen einen festen, unveränderlichen Abstand ihrer 2 Glieder behalten, da sonst die Korrektion des Systems für geneigte Hauptstrahlen gestört wird. Für nähere Dinge, z. B. beim Lesen, kommen wieder Vorsatzgläser zur Anwendung. Die je nach der Brennweite der Vorschlaglinse erzielten Vergrößerungen und Feldgrößen dieser von O. Henker

angegebenen Kombination werden eingehend abgeleitet. Es zeigt sich, daß die Kombination eines 3- (6-) fach vergrößernden Prismenfernrohrs mit einem Vorsteckglas die vorteilhafte Annehmlichkeit hat, einen 3 (6) mal so großen freien Objektabstand zu besitzen, als er bei gleicher Vergrößerung einer einfachen Lupe zukommt. Das Gesichtsfeld wird begrenzt durch Strahlen, die einen Kegel bilden mit der Spitze in der Mitte der Objektivlinse. Je nachdem nun mit Hilfe des Vorsteckglases auf eine nähere oder fernere Ebene eingestellt wird, schneiden die Randstrahlen — in ihrer Gesamtheit sind sie dem Kegelmantel gleich — einen Kreis von größerem oder geringerem absoluten Durchmesser aus. Mit zunehmender Vergrößerung erfolgt eine Einengung des gleichzeitig sichtbaren Stückes des Gegenstandes.

Zwei Fälle, die näher geschildert werden, erläutern die praktische Brauchbarkeit auch dieses Hilfsmittels. Ein Student der Theologie z. B. hatte im Feldzug einen Schuß erhalten, der ihm den Verlust eines Auges eintrug und das andere schwer schädigte. Mit einer Sehschärfe von $\frac{5}{50}$ konnte er sein Studium natürlich nicht fortsetzen. Er lernte aber rasch mit einer Fernrohrlupe umgehen, konnte wieder arbeiten und machte bald sein Examen. Der Gebrauch dieser Instrumente erfordert Fleiß und Geduld vom Kranken, ganz besonders in der ersten Zeit, und um so mehr Genauigkeit der Einstellung und Haltung, je stärker die Vergrößerung gewählt wird und je schlechter das Sehvermögen ist. Die Mühe lohnt sich aber reichlich.

H. Erggelet, Jena.

Botanische Mitteilungen.

Während bisher bei den Mikroorganismen mit Ausnahme von *Euglena* kein Fall von lokalisierter Lichtempfindlichkeit bekannt war, bespricht Buder in seiner Arbeit *Zur Kenntnis des Theospirillum jenense und seiner Reaktion auf Lichtreize* (*Jahrb. f. wiss. Bot.* 56, 1915) einen Organismus, der in ausgesprochenem Maße durch ein solches Verhalten gekennzeichnet ist. Es handelt sich um die schon von Ehrenberg beschriebene schraubenförmige Purpurbakterie *Thiospirillum jenense*. Diese Bakterie besitzt, wie dies auch für andere Gattungen nachgewiesen ist, am einen auch sonst noch morphologisch gekennzeichneten Ende einen Geißelschopf, der sich aus zahlreichen Einzelgeißeln zusammensetzt. Möglicherweise kommt die rotierende Bewegung dadurch zustande, daß sich diese einzelnen Geißeln abwechselnd kontrahieren. Von besonderer Bedeutung ist nun, daß der Organismus im Gegensatz zu allen bisher bekannten Formen, obwohl die Begeißelung unipolar ist, gleich gut nach beiden Richtungen zu schwimmen vermag, indem der Geißelschopf dauernd bald in dem einen, bald in dem andern Sinne rotiert. Deshalb ist hier sehr schwer zu entscheiden, welche Bewegungsrichtung die normale ist. Jedenfalls läßt sich in diesem Falle das Jenningsche „Fluchtreaktionschema“ nicht anwenden, da der Organismus auf Reizung in derselben Weise durch Umkehr reagiert, wenn er mit nachgezogener oder vorangestellter Geißel schwimmt. Wendet man niedere Lichtintensitäten an, dann erfolgt diese Richtungsänderung bei Verdunklung. Dazu ist aber kein völliges Ausschalten der Lichtquelle erforderlich. Vielmehr genügt es, die Lichtstärke von 200 auf 180 MK. herabzusetzen, um die Bakterien zur Umkehr zu veranlassen. Bei höheren Intensitäten findet

jedoch, wie dies ja auch beim Phototropismus der höheren Pflanzen häufig nachgewiesen wurde, eine Stimmungsänderung statt. Hier ist nicht Verdunklung, sondern stärkere Beleuchtung wirksam. Um nun die Bewegungsart im einzelnen zu verfolgen, wurden die Thiospirillen in einem rechteckig gestalteten Lichtfeld beobachtet, das ringsum gegen die völlig verdunkelte Umgebung scharf abgegrenzt war. Gelangten die Organismen von der dunkeln in die helle Zone, dann schwammen sie ruhig weiter, bis sie das Lichtfeld passiert hatten und an die Schattengrenze gelangten. Dann erfolgte die Umkehr, sie durchquerten das Feld in entgegengesetzter Richtung. In manchen Versuchen wurde ein 50—100-maliges Pendeln beobachtet: die Thiospirillen waren dauernd in der Lichtfalle eingefangen. Eine nähere Beobachtung ergab nun, daß es keineswegs gleichgültig ist, welches Körperende zuerst in die Dunkelheit eintaucht. Schwimmt der Organismus mit dem Geißelschopf voran, dann kehrt er sofort um, sowie die Spitze sich im Dunkeln befindet. Bewegt er sich dagegen mit dem geißelfreien Pol auf die Schattengrenze zu, dann dringt er noch ein ganzes Stück in das Dunkel ein, ehe die Rückwärtsbewegung stattfindet. Durch besondere Versuchsanordnungen wurden diese Verhältnisse noch im einzelnen analysiert. Wird dem ferteilenden Thiospirillum die Dunkelgrenze so nachgeschoben, daß etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ vom geißelfreien Pol aus beschattet ist, dann erfolgt keine Umkehr. Greift dagegen die Dunkelzone bis an das begeißelte Ende heran, dann wird die Bewegungsrichtung geändert. Nähert man dagegen die Dunkelgrenze von der entgegengesetzten Seite aus, dann schlägt die Bewegung schon um, wenn nur ein kleiner Teil des Geißelpols beschattet wird. Diese Region zeichnet sich also durch maximale Lichtempfindlichkeit aus. Das schließt natürlich nicht aus, daß nicht auch dem übrigen Organismus ein gewisses Maß von Sensibilität zukommt. Hat doch schon die Physiologie der verschiedensten Sinnesgebiete ergeben, daß schwache diffuse Reizbarkeit, die wohl den primären Zustand darstellt, mit mehr oder minder stark lokalisierter, durch Züchtung offenbar besonders gesteigerter Empfindlichkeit verknüpft sein kann.

Die Flagellaten bilden eine Gruppe von Organismen, die eine vermittelnde Stellung zwischen Pflanzen- und Tierreich einnehmen, und von der aus sich phylogenetische Linien nach beiden Richtungen verfolgen lassen. Dafür hat Pascher in den letzten Jahren eine Menge von Tatsachenmaterial beigebracht; die beiden Arbeiten: **Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten** (I. Archiv f. Protistk. 36, 1915) und **Animalische Ernährung bei Grünalgen** (Ber. d. d. Bot. Ges. 33, 1915) führen nur alte Untersuchungen fort. Besondere Bedeutung kommt der Feststellung zu, daß die Kluft zwischen Rhizopoden und Flagellaten durch schöne Verbindungsreihen überbrückt ist, und daß sich diese Erscheinung gleichmäßig in allen Gruppen der Flagellaten wiederholt. Von solchen Formen, die nur nebenbei rhizopodiale Organisationen aufweisen, bis zu jenen, bei welchen der ursprüngliche Flagellatencharakter nur noch schwer — etwa durch den Besitz bestimmter Chromatophoren oder Stoffwechselprodukte — ermittelt werden kann, gibt es alle wünschenswerten Zwischenglieder. Daraus zieht Verf. den wichtigen

Schluß, daß die rhizopodiale Form keineswegs als ein primitives Merkmal angesehen werden darf, sondern „zunächst nur die Anpassung an eine bestimmte Lebensweise (Ernährungsform) darstellt“. Die Flagellaten beginnen nämlich in dem Maße, als sie sich von der normalen, autotrophen Ernährung abwenden, auch ihre gewöhnliche Formgestaltung aufzugeben. In den Anfangsstadien ist die Pseudopodienbildung, durch welche die Aufnahme organischer Körper vermittelt wird, durchaus unregelmäßig; bei anderen Formen entstehen die Pseudopodien schon an ganz bestimmten Körperstellen, werden aber je nach Bedarf neu gebildet; bei einer weiteren Stufe der Umbildung bleiben dann die Pseudopodien dauernd erhalten und dabei tritt dann vielfach eine Reduktion der Geißeln ein. Das ganze vegetative Stadium ist rhizopodial geworden, und fast nur noch die flagellatenartigen Schwärmer, die bei der Vermehrung auftreten, bilden einen Hinweis auf den Ausgangspunkt. Jedoch auch dieses Kriterium kann verloren gehen dadurch, daß die Vermehrung durch Zerschneuerung in rhizopodiale Teilstücke erfolgt. Diese Tatsachen lassen die Vermutung aufsteigen, daß sich unter den „typischen“ Rhizopoden eine ganze Reihe von Abkömmlingen des Flagellatenstammes befinden. Bei ihnen ist dann natürlich voller Verlust der Geißeln als auch der assimilierenden Chromatophoren eingetreten.

In derselben Weise nun, wie durch Hinneigung zu animalischer Ernährung aus Flagellaten rhizopodenartige Organismen entstanden zu denken sind, so sind mit großer Wahrscheinlichkeit aus derselben Gruppe durch Betonung antotropher Lebensweise Chlorophyceen entstanden. „Alle Tatsachen drängen zu der Annahme hin, daß sich jede einzelne gefärbte Flagellatenreihe zu Algen entwickelt habe.“ Auch hier sind Übergangsstufen erhalten geblieben, und wo der vegetative Organismus, wie dies bei höheren Algenformen der Fall ist, keine Merkmale der mutmaßlichen Ausgangsgruppe zeigt, da sind die Schwärmerstadien oft so flagellatenähnlich, daß es sehr schwer ist, zu entscheiden, ob man es mit einem Schwärmer oder einer Flagellate zu tun hat. „Zwischen einer Flagellate, die vorübergehend zellulär wird, sei es in Form von Palmellen oder Gloeocysten oder in Form einer fest behäuteten Spore, und dann wieder zum normalen Flagellatenstadium zurückkehrt, und einer Algenzelle, die nur gelegentlich flagellatenartige Schwärmer ausbildet, die nach kurzem Schwärmen wieder zellulär werden, liegt nur ein relativer Unterschied vor, kein absoluter.“ Interessant ist nun, daß Verf. den Nachweis erbringen konnte, daß auch derartige flagellatenähnliche Algenschwärmer unter besonderen Umständen rhizopodiale Gestalt annehmen und sich in diesem Zustande mitunter recht ausgiebig nach Art der Rhizopoden durch Aufnahme organischer Körper ernähren. So wurden im Innern von „Tetrasporaamöben“ Bakterien, Blaualgen und Protococcalen angetroffen, und die Beobachtung ergab, daß die eingeschlossenen Körper auch richtig verdaut und wieder ausgestoßen wurden. Ähnliches wurde für *Draparnaudia* und *Stigeoclonium* ermittelt. Diese Tatsache zeigt wieder einmal deutlich, daß sich bei den niederen Vertretern des Pflanzen- und Tierreichs keine scharfen Grenzlinien hinsichtlich der Ernährungsweise ziehen lassen.

P. Stark, Leipzig.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 9.

3. März 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Moderne Probleme der Tierphysiologie. II. u. III.
Von *Dr. Albert Koch, Münster.* S. 101.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die Bodenschaukel einst und jetzt. Von *J. Würschmidt.* S. 114.

Besprechungen:

Auerbach, Felix, Das Zeisswerk und die Carl-Zeiss-Stiftung in Jena, ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung. Von *Walter Stahlberg.* S. 115.

Poske, F., Didaktik des physikalischen Unterrichts. Von *F. A. Schulze.* S. 116.

Physikalische Mitteilungen. S. 117—119.

Objektives Photometer als künstliches Auge.

Newtonsche Gravitationskonstante. Bestimmung der Amplitude von Schallwellen. Magnetische Zustandsgleichung. Spektrum der X-Strahlen von Rhodium, Palladium und Silber. Beweglichkeit der Ionen. Linienpaare mit konstanten Wellenzahlen-Differenzen.

Chemische Mitteilungen. S. 119—120.

Die Brauchbarkeit des Ozonverfahrens zur Reinigung von Flußwasser. Über die Absorption von Sauerstoff in alkoholischen Lösungen. Plastische Massen aus Hefe. Eine Methode zur kolorimetrischen Bestimmung kleiner Schwefelwasserstoffmengen. Über die Entzündungsgeschwindigkeit von Gemischen brennbarer Dämpfe und Luft.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Wirkungsweise der Rektifizier- und Destillier-Apparate

mit Hilfe einfacher mathematischer Betrachtungen

dargestellt von

Kgl. Baurat **E. Hausbrand**

Dritte, völlig neubearbeitete und sehr vermehrte Auflage

Mit 25 Figuren im Text und auf 16 Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 10.-

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG

Soeben erschien:

DIE CHEMIE DER KOHLE

VON

PROF. DR. F. W. HINRICHSSEN†
UND DIPL.-ING. S. TACZAK

DRITTE AUFLAGE

VON

MUCK,
DIE CHEMIE DER STEINKOHLE

MIT 11 FIGUREN IM TEXT

X u. 524 S. GR. 8 — FORMAT 16×24 cm — GEWICHT 855 bzw. 960 g

GEHEFTET M. 15.—; IN LEINEN GEBUNDEN M. 16.50

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

3. März 1916.

Heft 9.

Moderne Probleme der Tierphysiologie.

Von Dr. Albert Koch, Münster i. W.

II.

Der natürliche Tod und seine Bedeutung für die Entstehung des Geschlechts.

Der natürliche Tod, der Tod aus „Alterschwäche“, von dem wir wohl gelegentlich bei Mensch und Tier reden, scheint uns ja auf den ersten Blick eine ebenso große Naturnotwendigkeit zu sein, wie es das Entstehen alles Lebens, das Geborenwerden, ist. Ist diese Anschauung richtig, so muß sie natürlich für das gesamte Organismenreich Geltung besitzen. Daß aber in dieser Hinsicht die Meinungen der Forscher auseinandergehen, und daß deshalb das Problem des natürlichen Todes doch nicht so leicht und einfach zu lösen ist, zeigt ein Ausspruch *Weismanns*, dieses verstorbenen großen Freiburger Zoologen, der erklärt: „Unser Körper altert und vermag zuletzt nicht mehr weiterzuleben, bei den Einzelligen aber gibt es kein Altern und keinen in den normalen Entwicklungsgang des Individuums gehörigen Tod.“ Denn ein Protozoon pflanzt sich durch Teilung fort, und zwar meist durch Spaltung in zwei — in bezug auf ihre Lebenskraft ganz gleichwertige — Tochterindividuen, von denen sich ein jedes auf gleiche Weise wieder in zwei Nachkommen teilt. Es stirbt doch also nichts, oder wo ist denn die Leiche? Auf Grund solcher Überlegungen bestand für *Weismann* ein prinzipieller Unterschied zwischen den unsterblichen Protozoen und den vielzelligen Tieren, den Metazoen, die den Tod im Laufe ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung erst erworben haben sollten, und zwar — wie wir später noch sehen werden — als eine zweckmäßige Einrichtung. Seit dem Bekanntwerden dieser *Weismannschen* Theorie ist natürlich das tierphysiologische Problem: sind Protozoen unsterblich? Gegenstand der eingehendsten Untersuchungen gewesen; denn nur auf Grund sehr langwieriger, gewissenhafter Zuchtungsversuche konnte man diese theoretisch gewonnene Hypothese eventuell durch praktische Befunde beweisen — oder widerlegen. Und beides glaubte man durchgeführt zu haben: Experimente, die für, und solche, die gegen die unsterblichen Protozoen zeugen sollten.

R. Hertwig, *Calkins*, *Maupas* u. a. waren es, die infolge ihrer Erfahrungen mit Infusorienzuchten (hauptsächlich mit *Paramäcium*) zu Gegnern der *Weismannschen* Lehre von der Unsterblichkeit der Protozoen wurden; denn in ihren Kulturen pflanzten sich die Infusorien — auch bei der sorgsamsten Pflege — nicht beliebig lange

durch Zweiteilung fort, sondern es trat stets eine allmähliche Degeneration der Kultur ein, es kam zu sogenannten „Depressionszuständen“ der Individuen, die nach stark verminderter Teilungsfähigkeit schließlich zum Aussterben der ganzen Kultur führten, wenn nicht rechtzeitig Konjugationsprozesse eintraten. Mit „Konjugation“ bezeichnet man ja die bekannten Vorgänge im Leben der Einzelligen, die im Aneinanderlegen zweier Tiere, Austausch eines bestimmten Teiles des Kernapparates und nachheriger Trennung der Konjuganten bestehen. Das Wesen eines solchen Konjugationsvorganges beruht darin, daß ansehnliche Teile eines jeden Organismus zugrunde gehen und daraufhin neu gebildet werden. Es ist dies ein solch tief in das Leben des Tieres eingreifender Prozeß, daß man von einer ungestörten, gleichmäßigen, bis in alle Ewigkeit dauernden Weiterentwicklung des Protozoons — im Sinne *Weismanns* — natürlich nicht mehr reden kann, sondern man charakterisiert die physiologische Bedeutung der Konjugation — nach *R. Hertwig* — am besten mit dem Begriffe „Partialtod der Protozooenzelle“. War einmal während der Konjugationsprozesse der „Partialtod“ der Zelle eingetreten, dann hatte jedes „exkonjugierte“ Tier, d. h. sozusagen jedes „neugeborene“ Individuum die Fortpflanzungsfähigkeit durch Zweiteilung wiedererlangt. Der „Partialtod“ wurde somit als eine regelmäßig wiederkehrende Erscheinung im Leben der Protozoen aufgefaßt, bei deren Ausbleiben — also bei künstlicher Ausschaltung von Konjugationsprozessen — die Tiere unbedingt zugrunde gehen mußten. Zusammenfassend können wir sagen, daß nach Ansicht dieser Forscher der Tod, wenigstens im Sinne des Partialtodes, auch den niedersten Lebewesen, den Einzelligen, nicht fremd ist.

In Gegensatz hierzu stellte sich neuerdings *Woodruff* (New-Haven, U. S. N. A.). Er isolierte am 1. Mai 1907 ein „wildes“ *Paramecium aurelia* aus einem Laboratoriumsaquarium und züchtete daraus im Laufe von über sieben Jahren in überaus mühsamer und nur mit dem allergrößten Aufwand von Fleiß und Liebe zur Sache überhaupt möglicher Forschertätigkeit rund 5000 aufeinander folgende Generationen in Einzelzuchten, d. h. eine „reine Linie“ von rund 5000 Individuen. Das überraschende Ergebnis dieser Versuche bestand nun darin, daß niemals im Laufe der Jahre Konjugationen beobachtet werden konnten, und daß trotzdem das äußere Aussehen und das physiologische Verhalten (z. B. in bezug auf Zweiteilung) aller Generationen im wesentlichen dasselbe blieb.

Woodruffs Züchtungsverfahren war folgendes: Er brachte das den Ausgangspunkt der Versuchsreihe bildende „wilde“ *Paramäcium* in einer feuchten Kammer auf einen Objektträger, in dessen Hohlschliff sich etwa 5 Tropfen eines Heuaufgusses befanden. Diese „Kulturflüssigkeit“ wurde täglich erneuert. Sobald eine Zweiteilung stattgefunden hatte, wurde jede der Tochterzellen in einem besonderen „Kulturtropfen“ (Heuaufguß oder Fleischbrühe) isoliert und eines dieser beiden Individuen der neuen Generation zur Weiterzucht verwandt. Natürlich wurde die Anzahl der so gezüchteten Generationen gewissenhaft notiert. Da auf diese Weise das Zustandekommen von Konjugationen unbedingt hätte beobachtet werden müssen, so stellte Woodruff am Schlusse einer 1913 erschienenen Arbeit, in der er die Ergebnisse der zu dieser Zeit erreichten Züchtung von 3340 Generationen bespricht, den Satz auf: „Diese Untersuchung hat uns gezeigt, daß unter günstigen äußeren Umständen das Protoplasma der zuerst isolierten Zelle die Potenz hatte, ähnliche Zellen bis zu einer Zahl 2^{3340} und einer Masse Protoplasma von mehr als 10^{1000} -mal der Masse des Erdballs zu erzeugen. Dieses Resultat, glaube ich, bestätigt unzweifelhaft die Annahme, daß das Protoplasma einer Zelle unter günstigen äußeren Umständen ohne Hilfe von Konjugation oder einer künstlichen Reizung imstande ist, sich unbegrenzt fortzupflanzen, und zeigt ferner in klarer Weise, daß das Altern und das Befruchtungsbedürfnis nicht Grundeigenschaften der lebenden Substanz sind.“ Das bedeutete aber doch nichts anderes als einen Beweis der Weismannschen Theorie, einen Sieg von Woodruff über Hertwig, Calkins u. a.?

So widersprechend diese Befunde auf den ersten Augenblick auch sein mochten, sie stimmten doch in einer Beobachtung überein: allen Forschern waren nämlich Unregelmäßigkeiten bei einem Vergleich der zwischen je zwei Teilungen liegenden Zeiträume aufgefallen.

Calkins hat zuerst genauere Angaben über den Verlauf seiner Protozoenkulturen veröffentlicht und hat an Hand von Kurven zum erstenmal gezeigt, daß in den Zuchten periodische Ab- und Zunahmen der Teilungsenergie der Individuen auftreten, daß also die Zweiteilungen nicht in dauernd konstant bleibenden Intervallen erfolgten, sondern daß die zwischen zwei Teilungen liegenden Zeiten im Laufe der Generationen regelmäßige Änderungen aufwiesen. Und auch Woodruff veröffentlichte ähnliche Kurven. Während aber für die Calkinsschen und ebenso die Hertwigschen Zuchtversuche diese Kurven schließlich mit dem die Teilungsenergie anzeigenden Werte Null endigten, d. h. mit dem Tode des Individuums abschlossen — vorausgesetzt, daß es sich immer nur um ein Individuum, also um Ausschaltung jedes Konjugationsprozesses handelte —, traten in den Woodruffschon Zuchtexperimenten niemals solche Depressionszustände der Individuen

auf, daß diese ihre Teilungsfähigkeit ganz verloren hätten und daß so die Kultur schließlich — ohne Einschaltung von Konjugationen — ausgestorben wäre. Auch Woodruff betrachtete Depressionen der Einzeltiere, die in herabgesetzter Teilungsenergie ihren Ausdruck fanden, aber niemals wurden diese Depressionszustände so groß, daß sie zum Tode der *Paramäci*en geführt hätten. Im Gegenteil, es folgte auf die Zeit herabgesetzter Teilungsenergie stets eine Periode von schneller aufeinander folgenden Teilungen. Während Calkins auf Grund seiner Befunde vom „Lebenszyklus“ der Protozoen redet, der — bei Ausschaltung von Konjugation — nach 100, 200, 300 oder noch mehr Generationen stets mit dem natürlichen Tode des Individuums enden müsse, prägt Woodruff den Begriff der „Rhythmen“ des Lebens, die jedoch — auch ohne jede Konjugationen — nicht zum Tode des Individuums führen. Ein „Rhythmus“ ist die zwischen zwei Stadien größter Teilungsenergie liegende Zeit, die sich graphisch als „descending phase“ (Phase des Abstiegs), Klimax (Zeit der tiefsten Depression und kleinsten Teilungsenergie) und „ascending phase“ (Phase des Aufstiegs zu größter Teilungsenergie) zerlegen läßt (Fig. 1). So folgt

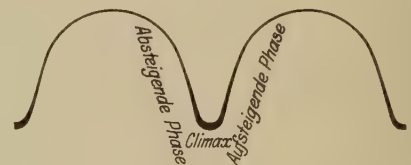


Fig. 1.

ein „Rhythmus“ auf den anderen, und in ihrer Gesamtheit bilden diese „Rhythmen“ die aufeinander folgenden Abschnitte des alle Zeiten überdauernden Protozoenlebens. Also sind die Protozoen doch unsterblich?

Aufschluß über die Bewertung dieser Versuche geben uns die neuesten Arbeiten, die Woodruff gemeinsam mit Rh. Erdmann ausgeführt hat, und die sich mit einem genaueren, sich hauptsächlich auf die Kernverhältnisse erstreckenden Studium der zu einem „Rhythmus“ gehörenden Individuen befassen. Rein theoretische Überlegungen hatten ursprünglich die Forscher zu diesen Untersuchungen veranlaßt. Denn schon Woodruff nahm an, daß das „Teilungstempo“ durch „tieferliegende Eigenschaften der Zelle“ beeinflusst werden müsse. Unabhängig von Woodruff hatte Rh. Erdmann in einer Besprechung der Arbeiten von Calkins, Woodruff u. a. betont: „Erst eine exakte Untersuchung der Kernverhältnisse selbst in lang fortgeführten Kulturen kann lehren, ob nicht doch die Konjugation ersetzende Erscheinungen (in den Woodruffschon Kulturen) auftreten.“ Und beide Forscher haben in gemeinsamen Studien erkannt, daß ihre Vermutungen richtig waren: die tiefer liegenden Eigenschaften,

die die Erscheinung der Rhythmen bedingen sollten, entpuppten sich als Prozesse, die den Konjugationsvorgängen sehr ähnlich sind, und die sich ungefähr so zueinander verhalten, wie eine Fortpflanzung durch unbefruchtete und eine solche durch befruchtete Eier bei vielzelligen Organismen.

Das Wesen eines Konjugationsprozesses bei Protozoen besteht darin, daß der Hauptkern der Zelle vernichtet und durch einen neuen Hauptkern ersetzt wird, und zwar entwickelt sich dieser aus einem Teilprodukte des in derselben Zelle vor-

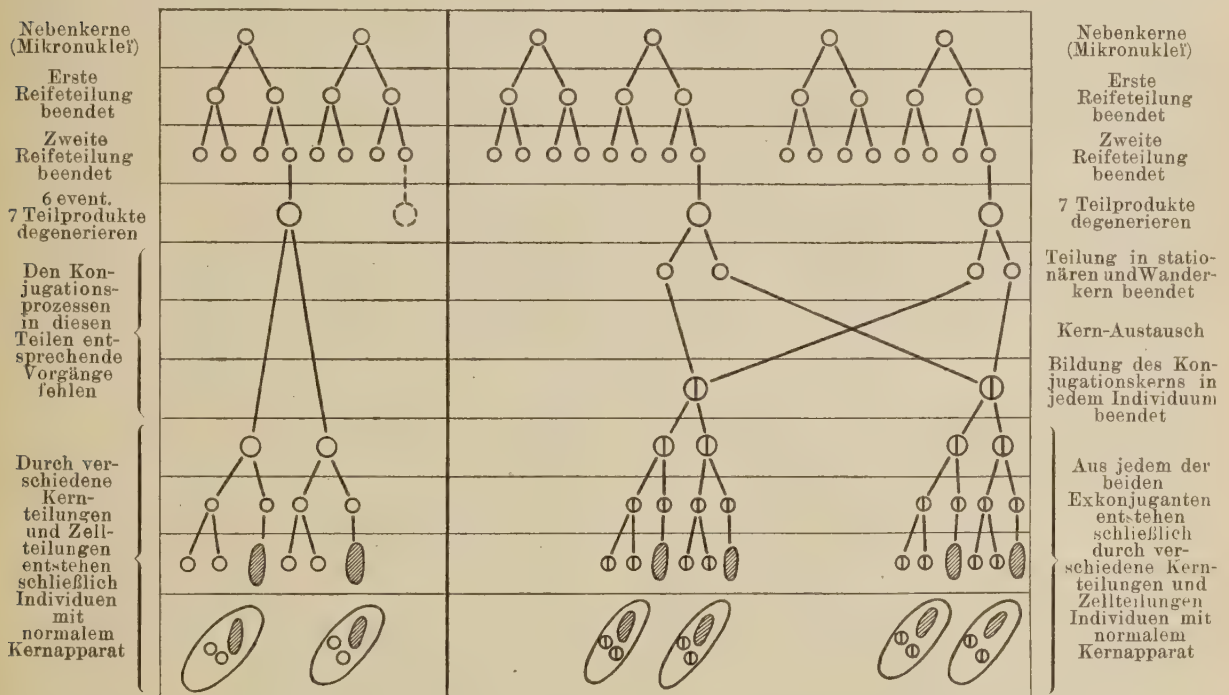
Nebenkern hervor, ohne Eintritt einer nochmaligen Teilung desselben und natürlich ohne Verschmelzung einer seiner Kernhälften („Wandekern“) mit dem entsprechenden Gebilde des anderen Konjuganten (siehe die schematische Gegenüberstellung der beiden Prozesse in Fig. 2). Auf Grund dieses Schemas hätte man unzweifelhaft das Recht, die von Woodruff und Erdmann entdeckten Prozesse als „Parthenogenese“ zu bezeichnen. Und das haben diese Forscher ursprünglich auch getan. Dagegen hat R. Hertwig Einspruch erhoben, und zwar an Hand von bis

Schema des Aufbaues des neuen Kernapparates aus den Nebenkernen.

(Die Degeneration des alten Hauptkernes, die dem Prozesse parallel läuft, ist nicht in das Schema aufgenommen.)

*Kernreorganisation in einer Zelle
(Endomixis)*

*Kernreorganisation durch Kernverschmelzung
(Konjugation zweier Individuen)*



● Neu gebildete Hauptkerne. ○ Mikronukleoli, die durch Kernverschmelzung entstanden sind.

Fig. 2.

handenen Nebenkernes, nachdem dieses Teilungsprodukt mit einem entsprechenden Nebekernteil des anderen Konjuganten zu einem Konjugationskern (dem sogen. Synkaryon) verschmolzen ist. Der von Woodruff und Erdmann beobachtete Vorgang stimmt in den physiologisch wesentlichen Punkten mit dem soeben geschilderten Kernreorganisationsprozeß überein: der alte Hauptkern zerfällt, seine Teilstücke werden schließlich gänzlich vom Plasma resorbiert. An seine Stelle tritt ein neuer Hauptkern, der aus einem Teil des einen Nebenkerns hervorgeht. Es unterbleibt also hier nur — zum Unterschied vom Konjugationsprozeß — die Bildung eines Konjugationskernes. Der neue Kernapparat geht aus dem reduzierten

zu diesem Zeitpunkte unveröffentlichten Studien, die 25 Jahre zurückliegen. Bei der Konjugation beginnen nämlich die Reorganisationsverhältnisse des Kernapparates mit den Nebenkernen, und erst sekundär wird der Hauptkern in Mitleidenschaft gezogen. Wäre die Woodruff-Erdmannsche Entdeckung tatsächlich ein parthenogenetischer Vorgang, d. h. ein ohne Kernverschmelzung vor sich gehender „Sexualakt“, wie ihn die Forscher ursprünglich auch charakterisiert haben, so müßte — nach Hertwigs Ansicht — auch bei diesen Prozessen die Umwandlung des Nebenkerns die primäre, und der Zerfall des Hauptkerns die sekundäre Erscheinung sein. Das widerspricht aber den Woodruff-Erdmannschen Befunden; denn die

Autoren konnten zuerst charakteristische Änderungen am Hauptkern beobachten. Der Hauptkern „alterte“: er streckte sich in die Länge, nahm bohnenförmige Gestalt an, seine Granula wurden größer und seine Färbbarkeit nahm zu; schließlich bekam die Kernmembran Risse, und rundliche Chromatinbrocken wurden aus dem Kern ins Protoplasma ausgestoßen. Erst während dieser letzten Erscheinung am Großkern setzten die „Reifeteilungen“ der Kleinkerne ein. Sie waren also zweifellos ein sekundärer Vorgang.

Ganz anders liegen — wie *Hertwig* berichtet — die Verhältnisse bei der von ihm vor 25 Jahren beobachteten „normalen Parthenogenese“, „bei welcher die auf Reorganisation hinzielenden Veränderungen wie bei der Konjugation mit den Nebenkernen beginnen und sekundär den Hauptkern in Mitleidenschaft ziehen“.

Vom rein-anatomischen Standpunkt aus betrachtet mag dieser Unterschied zu Recht bestehen, aber in physiologischer Hinsicht, in der Bedeutung dieser Erscheinungen für das Leben des Tieres, dürften diese Feinheiten wohl kaum ernstlich in Frage kommen, zumal Beobachtungen über Veränderungen am Großkern und vor allem über deren Beginn mit zu den schwierigsten mikroskopischen Untersuchungen gehören und wohl bis zum gewissen Grade immer von der subjektiven Auffassung des Forschers abhängig sein werden. Für uns kommt es — bei einer physiologischen Betrachtung — darauf an, daß bei den von *Woodruff-Erdmann* beschriebenen Prozessen ein „Untergang des Hauptkernes und Ersatz desselben durch Teilprodukte des Neben- oder Geschlechtskernes“ (*Hertwigs* Definition für das Wesen der Konjugation) stattfindet, daß es sich also um einen der Konjugation entsprechenden Vorgang *ohne Kernverschmelzung* handelt. Ob man nun dafür den Begriff Parthenogenese oder — wie *Woodruff* und *Erdmann* jetzt weniger schön sagen — Endomixis gebrauchen will, bleibt u. E. letzten Endes Geschmackssache.

Das Verdienst von *Woodruff* und *Erdmann* besteht überhaupt weniger darin, diese „parthenogeneseartigen“ Vorgänge beschrieben zu haben, sondern in der Tatsache, daß die Forscher diese Erscheinungen in Zusammenhang gebracht und zur Erklärung des von *Woodruff* beobachteten Rhythmus des Teilungstempos im Leben von *Paramecium* verwandt haben. Die Kernumwandlungen finden nämlich dann statt (in den *Woodruff*-schen Kulturen alle 40—50 Generationen), wenn die Teilungsenergie im Lebensrhythmus ihr Minimum erreicht hat, d. h. wenn die Depression des Individuums am größten geworden ist, also in dem mit Klimax bezeichneten Teil der Kurve (Fig. 1).

Zusammenfassend können wir somit sagen, daß die in der Teilungsrate einer Protozoenzelle auftretenden Rhythmen „der physiologische Ausdruck von tiefgreifenden Veränderungen des gesamten Kernapparates“ sind, die Ähnlichkeit mit der bei

der Konjugation auftretenden Kernreorganisation haben, jedoch ohne Kernverschmelzung vor sich gehen.

III.

Von den *Woodruff-Erdmann*-schen Befunden ausgehend, fragen wir nun nach dem physiologischen Grunde und der Bedeutung dieser Entdeckung für das Leben der Einzelligen. Zu diesem Zwecke müssen wir uns vor allem der Aufgabe erinnern, die dem Kerne im Zelleben zukommt. Der Kern ist der Regulator aller im Protoplasma ablaufenden Lebensprozesse, sozusagen die Überwachungszentrale für alle sich in der Zelle abspielenden Vorgänge. Das Zellprotoplasma und der Zellkern sind nun aber — als „lebende“ Substanzen — der Sitz dauernder Stoffwechselvorgänge. Die dabei in der Zelle entstehenden Stoffwechselendprodukte werden zum Teil nach außen abgegeben und sammeln sich hier an — eventuell als physiologisch nachweisbare „Ermüdungsstoffe“ usw. —, zum Teil verbleiben sie aber im Zellkörper. Physiologisch muß man alle vom Organismus erzeugten Exkretstoffe als Körpergifte ansehen: sie werden also, wenn sie im Organismus verbleiben oder in dem die Zelle umgebenden Medium angehäuft werden, schädlich auf die Zelle, die sie produziert hat, wirken. Ferner können wir uns vorstellen, daß die Stoffwechselvorgänge Störungen des chemischen und physikalischen Gleichgewichts der Zelle (eventuell der „Kern-Plasma-Relation“) hervorrufen. Aber damit sind die Schädigungen, denen die Zelle im Leben ausgesetzt ist, noch nicht erschöpft. Wir können experimentell nachweisen, daß Hunger oder Überernährung, Temperaturwechsel, chemische Einflüsse usw. von großer Bedeutung für das Leben der Zelle sind und eventuell sehr stark schädigend auf den Organismus der Zelle wirken können. Alle jetzt aufgezählten, das Leben des Organismus schädigenden Momente lassen sich in zwei Kategorien einteilen: 1. in solche, die durch den Ablauf der Lebensprozesse, funktionell, sozusagen von innen heraus begründet sind; wir wollen sie *innere Schädigungen* nennen (Störungen des physikalisch-chemischen Gleichgewichts, vor allem die in der Zelle deponierten Stoffwechselendprodukte), und 2. solche, die durch äußere Einflüsse bewirkt werden; sie sollen als *äußere Schädigungen* zusammenfassend bezeichnet werden (Ernährungs- und Temperaturverhältnisse und chemische Einflüsse).

Innere und äußere Schädigungen wirken vor allem auf den Hauptkern ein: sie führen ihn aus dem normalen in einen pathologischen Zustand über. Ob diese Erscheinung durch eine Ansammlung von Stoffwechselendprodukten im Kern selbst zustande kommt, oder ob durch eine Ansammlung von Stoffwechselendprodukten im Plasma eine Art Giftwirkung vom Protoplasma auf den Kern ausgeübt wird, oder wie man sich sonst den physiologischen Vorgang zu erklären

hat, bleibe dahingestellt. Auf jeden Fall verliert der pathologische Kern seine regulatorischen Eigenschaften, und deshalb müßte mit ihm die ganze Zelle zugrunde gehen, wenn er nicht — sozusagen durch eine eigene innere Operation — beseitigt und durch einen neuen normalen Hauptkern ersetzt werden könnte. Diese Kernreorganisation ging in den Woodruff'schen Versuchen durch Endomixis vor sich, und zwar deshalb, weil Woodruff — durch tägliche Erneuerung des Kulturwassers — die Ansammlung von schädlichen Stoffwechselendprodukten im Medium verhindert, d. h. relativ günstige Lebensbedingungen durch weitmöglichste Ausschaltung äußerer Schädigungen geschaffen hat. Die inneren funktionellen Schädigungen blieben natürlich bestehen; denn sie sind ja die Folgeerscheinungen des normalen Lebens auch unter den günstigsten äußeren Bedingungen. Wir müssen deshalb annehmen, daß die inneren Schädigungen durch parthenogeneseartige Prozesse immer ausgeglichen werden können (in den Woodruff'schen Kulturen in der ganzen Zeit zwischen Mai 1907 und jetzt). Kommen aber zu diesen inneren Schädigungen noch äußere schädlich wirkende Einflüsse hinzu, wie es z. B. die Ansammlung von Endprodukten im Medium, ungleichmäßige Ernährungsbedingungen usw. sind, so genügen Endomixisprozesse nicht mehr, um die Schädigungen auszugleichen. Eine Reorganisation des Kernes ist dann nur auf Grund einer Kernverschmelzung möglich, d. h. es müssen in diesem Falle zur Sanierung des Kernapparates Konjugationen stattfinden. Werden diese unterbunden, so muß die Kultur zugrunde gehen¹⁾.

Und nun wissen wir auch den Grund, weshalb in den Hertwig- und Calkinsschen Versuchen der Lebenszyklus eines *Paraméciums* immer mit dem Tode abschloß. Die inneren Schädigungen hätten auch in diesen Kulturen durch parthenogeneseartige Prozesse ausgeglichen werden können, aber die zu den inneren hinzutretenden äußeren Schädigungen mußten — ohne Konjugationsprozesse — zum Tode der Individuen führen.

Wir können also zusammenfassend sagen, daß es die mit dem Ablauf der Lebensprozesse verbundenen, auf die Zelle wirkenden Schädigungen sind, die den Kern „altern“ lassen, Depressionszustände der Zelle und schließlich den Tod derselben herbeiführen. Der physiologische Tod ist also eine durch den Ablauf der Lebensprozesse selbst hervorgebrachte, in dem Begriff „Leben“ begründete Erscheinung.

Von dem Grade der Schädigungen hängt es ab, ob die Zelle sie auszugleichen vermag oder an ihnen zugrunde gehen muß — oder aber ob sie dieselben eventuell gemeinsam mit einem anderen Individuum überwinden kann. Jeder Ausgleich von Schädigungen beruht auf einer Reorgani-

sation des Kernapparates¹⁾. In leichteren Fällen (Einfluß innerer Schädigungen) genügt hierfür eine von dem Individuum selbst, ohne fremde Hilfe zu leistende Arbeit, wie es die parthenogeneseartigen Prozesse sind; in schwierigeren Lebenslagen (Einfluß innerer plus äußerer Schädigungen) muß diese Reorganisation durch Kernreduktion plus Kernverschmelzung zustande kommen; wir reden dann von Konjugationsprozessen („Befruchtungsvorgängen“) zweier Individuen, die eine intensivere Umwandlung der Kernapparate — vielleicht infolge des Zusammentritts zweier, stets physiologisch differenzierter Eiweißmassen — gestatten.

Infolge des Ablaufs der Lebensprozesse stirbt auch die Protozoenzelle, sie kann aber diesen Tod, sozusagen auf der ersten Stufe: als „Partialtod“, noch überwinden durch Kernreduktion, eventuell mit Kernverschmelzung. Das ist ein Vorrecht der Protozoenzelle im Vergleich mit den die Gewebe und Organe der vielzelligen Tiere bildenden Zellen, für die natürlich in bezug auf die Lebensvorgänge genau dieselben Bedingungen gelten. Die ein selbständiges Leben führende Protozoenzelle kann sich Zeit nehmen zu diesen umständlichen Prozessen, wie es Endomixis und Konjugation sind. Alle anderen Lebensäußerungen müssen in den Hintergrund treten, damit die Zelle in Ruhe ihren Kernapparat reorganisieren kann (Klimax). Die Zelle des Zellverbandes, die auch Schädigungen innerer und äußerer Art ausgesetzt ist, hat ihre Selbständigkeit verloren. Sie ist mit ihrem Leben auf das Leben anderer Zellen angewiesen, ist höchst einseitig spezialisiert und hat das Kernreorganisationsvermögen eventuell ganz eingebüßt. Sie ist dem Tode verfallen, und da ihr Schicksal von allen Metazoenzellen geteilt wird, so müßte mit dem Tode des Individuums letzten Endes ein Aussterben der Rasse eintreten, wenn nicht im Körper der Vielzelligen besondere Zellen existierten, die sich eine ursprünglichere, den Protozoen ähnliche Organisation bewahrt hätten. Es sind dies die Geschlechtszellen, im Gegensatz zu den oben erwähnten, den Körper bildenden Somazellen. Die Geschlechtszellen bleiben ja in den meisten Fällen gar nicht lange, sondern nur vorübergehend im Zellverbände drin. Aber trotzdem sind sie doch schon von Schädigungen innerer und äußerer Art angegriffen worden. Auch sie können schon nicht mehr zu fortgesetzter Teilung und damit zur Bildung eines neuen Individuums schreiten, wenn nicht vorher eine Reorganisation des Kernapparates in Form einer Kernreduktion (Parthenogenese) oder — wie in den meisten Fällen — in Form von Kernreduktion plus Kernverschmelzung (Geschlechtsakt) stattgefunden hat.

Bei *Paramécium* sind es zwei gleiche Individuen, die miteinander konjugieren. Aber schon

¹⁾ Vergl. hierzu: Stempel und Koch, Elemente der Tierphysiologie (Jena, Gustav Fischer), erscheint demnächst.

¹⁾ Wie man sich physiologisch diesen mit dem Wort „Reorganisation“ angedeuteten Vorgang eigentlich vorstellen soll, ist noch völlig unklar.

in diesem Falle müssen wir wohl eine physiologische Differenzierung der beiden Konjugationen annehmen. Doch schon bei den Protozoen können wir beobachten, wie diese physiologische, also im Bau der Tiere nicht sichtbare Differenzierung allmählich zu einer anatomischen Differenzierung der konjugierenden Zellen wird, und wie auf diese Weise eine Zweigestaltigkeit auftritt, die uns bei den männlichen und weiblichen Geschlechtszellen (Spermatozoen und Eier) der Metazoen allgemein bekannt ist. Wir müssen annehmen, daß eine solch weitgehende Differenzierung in den Geschlechtszellen für die durch die Kernverschmelzung bewirkte Kernreorganisation günstig ist¹⁾.

Dieser wenigstens in physiologischer Hinsicht vorhandene Unterschied in den Geschlechtszellen ist nun aber auch von Einfluß auf den Produzenten dieser Zellen, wie die Transplantationsversuche von *Steinach* u. a. zeigen²⁾. Die Produzenten der verschiedenen Geschlechtsprodukte werden deshalb auch verschieden sein müssen: sie unterscheiden sich bekanntlich durch die sogenannten sekundären Sexualcharaktere, das sind die Männchen und Weibchen derselben Tierform kennzeichnenden Merkmale, deren Bildung angeregt wird durch Sekrete, die die primären Sexualorgane, d. h. die die Geschlechtsprodukte bildenden Keimdrüsen, in den Organismus abscheiden.

Wir können somit die Entstehung des Geschlechts als eine vorsorgende Einrichtung der Natur zur Vermeidung des Aussterbens einer Tierform ansehen. Der physiologische Tod ist also das primäre und die Entstehung des Geschlechts das sekundäre Moment in der Entwicklung des Organismenreiches. Das Geschlecht entstand als eine zweckmäßige Einrichtung zur Erhaltung der Art, da ja das Individuum an und für sich dem Tode verfallen ist. Wir stellen uns dadurch in bewußten Gegensatz zu *Weismann*, der eine Erklärung des Todes darin suchte, daß er das Weiterleben des Somas nach Abgabe seiner Geschlechtszellen als zwecklos bezeichnete und der also in dem Tode eine zweckmäßige Einrichtung zur Beseitigung überflüssig gewordener Somamassen sah. Für *Weismann* bestand somit als primäres Moment das Geschlecht und als sekundäre Zweckmäßigkeit der Tod, der natürlich nur da eine Rolle spielen konnte, wo es Soma zu vernichten galt, also bei den Metazoen. —

Bei der ganzen Betrachtung des Problems haben wir nur von einer Seite aus Stellung genommen. Wir haben alles das weggelassen, was

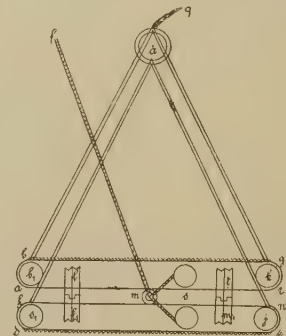
man als „Vererbungserscheinungen“ zusammenfassend bezeichnen könnte. Ohne eine Entstehung des Geschlechts existierten nur reine Linien auf der Erde, und es wäre z. B. keine Möglichkeit vorhanden, durch geeignete Erbmassen-Kombinationen solche Organismen zu schaffen, die für die herrschenden Verhältnisse gerade am günstigsten organisiert sind.

Das ist eine Betrachtung des Problems vom Standpunkte des Vererbungswissenschaftlers aus. Für den vergleichenden Physiologen ergibt sich die Entstehung des Geschlechts als Folge des durch die Lebensprozesse selbst bewirkten natürlichen Todes, der, ebenso wie z. B. die Reizbarkeit, eine Grundeigenschaft der lebenden Substanz, des Protoplasmas, ist. Wahrscheinlich wird keine aus den beiden Forschungsrichtungen hervorgehende Theorie eine endgültige Lösung des Problems geben: die Wahrheit wird, wie in so vielen Fällen, wohl eine Kombination beider Ansichten sein.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die „Bodenschaufel“ einst und jetzt.

In dem vor kurzem in dieser Zeitschrift erschienenen Aufsatz von Professor Dr. *Hensen* „Die Auswertung der Bodenorganismen des Meeres“ wird unter den zur quantitativen Untersuchung des Meeresbodens dienenden Instrumenten, die *Petersen*, der Direktor der dänischen biologischen Station, benutzt, die „Bodenschaufel“ (Bundhenter) erwähnt, deren Wirkungsweise durch eine mit kurzer Beschreibung versehene Abbildung erläutert wird. Die Leser dieser Zeitschrift dürfte es vielleicht interessieren, daß wesentlich das gleiche Instrument schon vor über 700 Jahren benutzt wurde, und zwar bei dem Volke, das im ersten Teile des Mittelalters auf dem Gebiete der Naturwissenschaften eine führende Stellung einnahm, den Arabern. Die Beschreibung findet



sich in einem zum Teil auf byzantinische Quellen zurückgehenden Werk der Benû Mûsâ Fil Hîjal, das Herr Geheimrat *Wiedemann* in seinen „Beiträgen zur Geschichte der Naturwissenschaften“ VI. und X.¹⁾ besprochen hat, und von dem er einige interessante Abschnitte in Übersetzung mitgeteilt hat. Bezeichnet wird es als „Instrument zum Hervorholen von Gegenständen aus dem Wasser“; dies wird dann näher erläutert, indem es heißt, daß es dazu dient, aus dem Meere die Perle hervorzuholen und die Gegenstände, die in die Brunnen gefallen sind und in den Flüssen

¹⁾ Natürlich handelt es sich bei dieser Gestaltdifferenzierung vor allem auch darum, eine räumliche Annäherung der Geschlechtszellen zu erleichtern.

²⁾ Überpflanzt man zum Beispiel eine weibliche Keimdrüse in einen jugendlichen männlichen Kastraten, so „feminiert“ dieser, d. h. er nimmt physische und psychische Merkmale eines weiblichen Tieres an. Umgekehrt „maskuliert“ ein weiblicher Kastrat (Ratte, Meerschweinchen) nach Transplantation einer männlichen Keimdrüse.

¹⁾ Sitzungsberichte der phys.-med. Soz. Erlangen 1906, 55 ff., 307 ff.

und Meeren untergesunken sind. Die Wirkungsweise des Apparates wird durch vorstehende, dem Original entsprechende Abbildung erläutert und ist genau die gleiche wie diejenige des modernen; an Stelle der beiden Schaufeln sind Halbzylinder benutzt, statt der beiden Ketten, die das Instrument beim Hinabsenken offenhalten, dienen vier je zu zweien an den beiden Halbzylindern befestigte Seile *kā*, *bā*, *sā*, *jā*, die so lange festgehalten werden, bis das Instrument den Boden erreicht hat. Dann läßt man, wie die Beschreibung sagt, das diese 4 Seile tragende Seil *āq* etwas los, dadurch werden die 4 Seile schlaff; dann bewirkt man durch Ziehen an einem weiteren Seil *mf*, daß sich die beiden Halbzylinder schließen. „Man zieht dann an diesem Seil so, daß das Instrument herauskommt und sich zeigt, und man alles, was sich in ihm befindet und von ihm festgehalten wird, nehmen kann.“ Eine nach den genauen Angaben der arabischen Schriftsteller im hiesigen physikalischen Institut vorgenommene Rekonstruktion des Instrumentes erwies seine vollkommene Brauchbarkeit.

Erlangen, den 31. Dezember 1915.

J. Würschmidt.

Besprechungen.

Auerbach, Felix, Das Zeißwerk und die Carl-Zeiß-Stiftung in Jena, ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung. 4. umgearb. u. verm. Aufl. Jena, Gustav Fischer, 1914. VI, 200 S., 149 Abbild. und 1 Bildnis. Preis geh. M. 2,40, geb. M. 3,—.

Wenn man in diesen Kriegszeiten die Darstellung des Zeißwerkes von *Auerbach* durchblättert und flüchtig zunächst nach den Abbildungen sich Arbeits- und Wirkungskreis dieser Anstalt vergegenwärtigt, so wird man naturgemäß zunächst von den Erzeugnissen gefesselt, die in diesem Krieg unmittelbar zum Nutzen unserer Landesverteidigung dienen. Die Abteilungen für Photographie, für Erdfernrohre und militärische Instrumente, für Entfernungsmessung und stereophotogrammetrische Verfahren finden die erste Aufmerksamkeit des Lesers. Die kurze, aber geschickt auf das Wesentliche gerichtete Darstellung nimmt dann schnell gefangen, und so kommt man von einem Kapitel zum andern und lernt die Entwicklung des ganzen Unternehmens nach den beiden Hauptabschnitten kennen, unter denen das Buch sie zeichnet: Wissenschaft und Technik, sowie Wirtschaft und Wohlfahrt. Und wenn man dann am Schluß die Eigenart des Zeißwerkes überblickt, so tritt es in eine ganz andere Beziehung zu dem Kriege als bei dem ersten flüchtigen Einblick. Wir sehen ein im ganzen und im einzelnen hervorragendes Beispiel dessen, was unsere deutschen Betriebe auf die immer mehr beneidete Höhe gehoben hat, von der dieser Krieg uns mit Gewalt wieder stürzen sollte. Wir erkennen überall das gemeinsame, auf ein großes Ziel gerichtete Wirken der geistigen Kräfte streng wissenschaftlichen Denkens, gesicherten technischen Könnens und planvollen wirtschaftlichen Ordens. Zugleich lernen wir die persönliche Note würdigen, die an den verschiedensten Stellen immer wieder durchklingt und von dem überragenden, durchaus schöpferischen Geist *Abbes* zeugt, der für das ganze große Unternehmen die Richtwege des Fortschritts und der Entwicklung bestimmt hat; der die Tüchtigkeit zu erkennen und zu selbständiger, sich einordnender Betätigung zu bringen wußte; der die Art des Betriebes

so auszugestalten bemüht war, daß der Mitarbeitende in dem Unternehmen selbst die Schulung erhält, die den Fortgang auf den einmal eingeschlagenen Bahnen gewährleistet durch den Grundsatz, daß die Sache über der Person steht; und der so mit allen Mitteln menschlicher Voraussicht Sorge getragen hat, die Entwicklung des Werkes von persönlichen Zufälligkeiten hemmender Art freizumachen und auf der durch die sachlichen Vorzüge gewonnenen Höhe zu halten.

An der Hand des Buches dem Wirken dieser geistigen Kräfte nachzuspüren, ist zum mindesten ebenso reizvoll und lehrreich, wie daraus kennen zu lernen, was an einzelnen Methoden, Instrumenten und Einrichtungen gezeitigt ist. Denn bei aller Kürze der Darstellung erhalten wir doch eine umfassende wissenschaftliche und wirtschaftliche und auch persönliche Entwicklungsgeschichte. Um so weniger Wert hätte es, hier in der nun noch viel mehr gebotenen Beschränkung Einzelheiten aneinanderzureihen. Ich möchte daher nur den einen schon genannten Grundsatz noch nach einer besonderen Richtung betonen: die Sache über alles! Nach ihm hat *Abbe* auch die Stellung, die dem wissenschaftlich-technischen Einzelbetrieb im Rahmen der gemeinsamen Belange aller optischen Werkstätten zufällt, dahin festgelegt, daß er die wissenschaftliche Erkenntnis weiterbilde und verbreite, aus der sie zuletzt doch alle ihre eigentliche Kraft ziehen.

Das tragende Grundwerk für den Aufbau der optischen Werkstätten von *Carl Zeiß* war bekanntlich die völlige Neuschöpfung für die Theorie der mikroskopischen Abbildung, die *Abbe* um 1870 gelang. Trotzdem hat es über 20 Jahre gedauert, bis eine ausführliche Darstellung dieser Theorie für die Öffentlichkeit gegeben wurde. Und diese kam nicht von *Abbe*, sondern von *Czapski*, einem jüngeren Gelehrten, der 1885 als sein persönlicher Assistent in die optische Werkstätte eingetreten war. *Abbes* Zurückhaltung in der Veröffentlichung lag aber lediglich in der Tatsache begründet, daß ihn die Theorie, man könnte sagen, überstürzend zu immer neuen Aufgaben der Anwendung trieb, deren tatsächliche Lösung mit vollem Einsatz der ganzen Arbeitskraft herbeizuführen seiner geistigen Natur weit mehr entsprach, als eine auf Mitteilung der Theorie und Beschreibung der danach gestalteten Instrumente gerichtete Arbeit am Schreibtisch. Um so willkommener war ihm, daß ein anderer ihn entlastete und die Darstellung seiner geistigen Arbeit übernahm, so daß nun auch andere Werkstätten in den Besitz der wissenschaftlichen Erkenntnis kamen, die ihnen ein Nachstreben auf dem in Jena eingeschlagenen Wege und die Aufnahme des Wettbewerbes in der Fabrikation ermöglichte.

Abbe empfand das mit Genugtuung und ohne jeden Gedanken an eine mögliche geschäftliche Benachteiligung der von ihm geleiteten Werkstätte. Er freute sich, daß seine Gedanken und Ideen, die er bisher nur in seinem Beruf als akademischer Lehrer und im persönlichen Verkehr mit seinen Mitarbeitern in der Werkstätte, hier allerdings aufs freigiebigste, mitgeteilt hatte, nun auch allgemein der wissenschaftlichen und praktischen Optik zur Benutzung und Weiterbildung zugänglich geworden waren. Es entsprach das seiner Überzeugung, der er auch in seinem Handeln zu folgen bemüht war, daß neue Erzeugnisse wissenschaftlicher Arbeit als Allgemeingut für die Fortbildung der Sache uneigennützig preisgegeben werden sollten. Er wollte aus diesem Grunde auch lange Zeit von keinem Patentschutz für die Erzeugnisse der optischen Werkstätte

etwas wissen. Das war nun allerdings praktisch doch nicht durchführbar. Die Notwendigkeit, das Zeißwerk auch wirtschaftlich in jeder Beziehung förderlich zu gestalten, hat zu immer neuen Patentnahmen gezwungen.

Aber der Geist *Abbes*, der freigegeben wissen wollte, was der Wissenschaft dienen könnte, ist dennoch in dem Zeißwerk erhalten geblieben. Die Veröffentlichungen, die aus den Arbeiten der Werkstätten entsprungen und, ich möchte sagen, aus ihrer ganzen geistigen Atmosphäre hervorgegangen sind, haben, auch wenn es sich dabei nicht um schöpferische Großtaten von der Bedeutung der *Abbeschen* Leistung handelte, wiederholt uneigennützig der Sache der optischen Arbeitsgemeinschaft in hohem Maße gedient und haben Kenntnisse von geschäftlichem Wert doch nicht um dieses Wertes willen unter Verschluß gelassen. Ich entsinne mich z. B. gern des Urteils, das mir gelegentlich der Leiter einer anderen optischen Werkstätte über *v. Rohrs* Theorie und Geschichte des photographischen Objectives aussprach: seine klassische Darstellung sei für jeden praktischen Optiker eine Fundgrube für immer neue Anregungen. Und solcher Veröffentlichungen aus den Kreisen der optischen Werkstätte von *Carl Zeiß* sind mehr als eine erfolgt. — Möge dieser immer wieder auf die Gemeinsamkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis aller optischen Arbeitsstätten gerichtete Geist in dem Zeißwerk lebendig bleiben, und möge er befruchtend wirken auf die Mitstreben zu gleichem Sinn und gleichem Handeln.

Auf diesen guten Geist des Zeißwerks hinzuweisen, der auch aus dem *Auerbachschen* Buch überall hervorleuchtet, erschien mir von besonderem Wert; und ebenso erscheint es mir von Bedeutung, noch einmal an den Eingang dieser Besprechung anzuknüpfen und zu betonen, daß der hier zuletzt ausgesprochene Gedanke ein scharfes Licht auch auf die wahren Ursachen und auf die große Entscheidungsfrage dieses Krieges zu werfen vermag. Aber das soll der Leser mit sich selbst ausmachen.

Walter Stahlberg, Berlin-Steglitz.

Poske, F., Didaktik des physikalischen Unterrichts. Didaktische Handbücher für den realistischen Unterricht an höheren Schulen. Herausgegeben von *A. Höfler* und *F. Poske*. Leipzig, B. G. Teubner, 1915. X, 428 S. und 33 Fig. Preis M. 12,—.

In der großen, auf 10 Bände projektierten Sammlung von didaktischen Handbüchern für den realistischen Unterricht an höheren Schulen, von der bisher 3 Bände veröffentlicht sind, ist vor einiger Zeit als vierter Band die Didaktik des physikalischen Unterrichts erschienen. Sie ist verfaßt von *F. Poske*, der sich seit langer Zeit große Verdienste um die Vertiefung und Ausgestaltung des physikalischen Unterrichts erworben hat, in weiten Kreisen als Herausgeber der Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht bekannt ist und die geeignetste Kraft für die Abfassung dieses Buches war.

Diese Handbücher sind ein Niederschlag der großen, vor wenigen Jahrzehnten beginnenden Bewegung unter den Lehrern der naturwissenschaftlichen Fächer an höheren Schulen, aus eigenem Antrieb und aus eigener Kraft den Unterricht in diesen Disziplinen zu heben und zu fördern, so daß er auch in der allgemeinen Wertschätzung steigen und aus seiner mehr oder weniger kümmerlichen Aschenbrödelstellung, insbesondere an den Gymnasien, herauskommen könne. Dieser Arbeit, an der sich, um nur einige Namen zu nennen,

Bernhard Schwalbe, *F. Poske*, *J. Kießling* sowie der kürzlich auf dem Felde der Ehre gefallene *Grimsehl* besondere Verdienste erworben haben, ist nun auch der Erfolg nicht versagt worden. Wer, wie der Berichterstatter, noch die kümmerliche Art des Physikunterrichts an Gymnasien, der eigentlich nur ein mehr oder weniger verkappter Mathematikunterricht ohne jedes Experiment, ohne jeden physikalischen Apparat, eine „Schwamm- und Kreidephysik“ war, am eigenen Leibe erfahren hat, sieht mit Neid auf die jetzige Schülergeneration, die, mit geringen Ausnahmen, einen wirklichen Physikunterricht mit Versuchen, Schülerübungen usw. genießt. Gibt es doch Schullaboratorien, die in manchem besser ausgestattet sind als manches Hochschullaboratorium.

Das Buch zerfällt in drei scharf voneinander getrennte Abschnitte. Der erste Abschnitt „Allgemeines über Physik und physikalischen Unterricht“ bringt allgemeine Betrachtungen über Aufgaben und Ziele der Physikalischen Forschung und die sich daraus ergebenden Folgerungen für die Gestaltung des Unterrichts in der Physik. Die Auseinandersetzungen, die *Poske* in dieser Einleitung über die eigentümliche Stellung gibt, die die Physik durch die Verbindung von reiner Beobachtung, mit Absicht angestelltem Experiment, logischer Verknüpfung der experimentell ermittelten Tatsachen einnimmt, sind, wie bei dem für diese Fragen seit langem besonders interessierten Verfasser nicht anders zu erwarten, in hohem Grade anregend. *Poske* stellt hierbei mit Recht als wesentlich die *Aufstellung von Problemen* in den Vordergrund, die sich aus dem ursprünglichen naiven *θαυμάζειν*, dem „Sich wundern“ als erstem Anstoß zu einer höheren Betrachtung der Erscheinungen der Umwelt, ergeben und dann zu dem Versuch führen, durch zielbewußt angestellte Experimente näheren Aufschluß zu erhalten. Besonders betont *Poske* sodann auch die Gleichwertigkeit von Induktion und Deduktion in der physikalischen Forschung gegenüber denjenigen Ansichten, die nur eine dieser beiden als allein fördernd gelten lassen wollen. So stellt nun *Poske* als Forderung auf: „Die Methode der Physik muß auch die Methode des physikalischen Unterrichts sein.“ Er fügt aber auch hinzu: „Nicht die Wege im einzelnen, sondern die Methode, d. h. die Art des Vorgehens, soll im Unterricht die gleiche sein wie in der Wissenschaft.“ Es ergibt sich daraus die Folgerung, nicht einseitig eine induktive oder eine deduktive Unterrichtsweise anzuwenden, etwa gar, wie es oft vorgeschlagen wurde, die erstere für die Unterstufe, die zweite für die Oberstufe, sondern eben eine zweckmäßige Verbindung beider.

Insbesondere soll also mit Aufstellung von Fragen, von Problemen begonnen werden, z. B.: Warum ist ein Stein im Wasser leichter als in der Luft? Wie entsteht das Bild in einem Spiegel? *Poske* sieht es als Hauptaufgabe an, den Sinn für „Problemphysik“ zu wecken. Besonders wendet sich *Poske* gegen das von manchen, z. B. von *Grimsehl*, empfohlene Verfahren, einige Gebiete der Physik ganz fortzulassen, dafür bestimmt ausgewählte Kapitel möglichst gründlich zu behandeln. Sollte die Zeit zur gründlicheren Durchnahme aller Teile der Physik nicht reichen, so empfiehlt *Poske*, wohl mit Recht, einen Wechsel der Methode, so daß einzelnes heuristisch, anderes dogmatisch behandelt wird. Von diesen Gesichtspunkten aus werden weiterhin die Einzelfragen des Unterrichts, der häuslichen Aufgaben, des Experimentes in der Schule und namentlich der in neuerer Zeit erfreulicher-

weise so sehr in den Vordergrund tretenden Schülerübungen behandelt. Hierbei warnt er besonders vor Schematisieren und tritt lebhaft dafür ein, hierin dem Lehrer möglichst freie Hand zu lassen. *Poske* meint, bei der Neuheit des Gegenstandes sei eine eingehende Besprechung noch nicht tunlich. Man wird diesen Verzicht bedauern; es wäre gerade wohl von Interesse gewesen, von einem so erfahrenen Lehrer der Physik über diesen doch augenblicklich im Vordergrund des Interesses stehenden Gegenstand Erfahrungen und eingehende Vorschläge zu hören. Doch mag es sein, daß die Zeit dafür noch nicht reif ist.

Der zweite Teil enthält sodann eine nähere Besprechung des physikalischen Unterrichts auch der Unterstufe, während der dritte Teil dasselbe für die Oberstufe bringt.

Natürlich wird es immer zum Teil Geschmackssache, zum Teil Zeitfrage sein, wieviel von jedem Zweig der Physik in der betr. Klasse gebracht werden wird, immerhin sind aber doch durch die Lehrpläne gewisse Grenzen für den Stoff gegeben und gefordert. Die Lehrerwelt wird dem Verfasser für die Sorgfalt, mit der er diese beiden Teile behandelt und in sie seinen reichen Schatz von Erfahrungen und Kenntnissen verarbeitet, lebhaftesten Dank wissen und gern zu diesem Buch greifen, um sich daraus Rat zu holen über die zweckmäßigste Behandlungsweise des jeweilig vorliegenden Stoffes. Es ist in diesen beiden Abschnitten eine Fülle höchst anregender Betrachtungen verstreut, die auch für den Hochschullehrer von Interesse sind; es sei beispielsweise nur auf den Abschnitt über Zentrifugalkraft hingewiesen. Besonders dankbar werden auch einige Beispiele von Unterrichtsstunden aufgenommen werden.

Am Schluß sind noch die Meraner Lehrpläne und der Lehrplan der bayrischen Oberrealschulen mitgeteilt, ferner die Einheiten und Formelzeichen des AEF. Selbstverständlich wird gerade auf dem Gebiete des Unterrichtes niemals vollständige Einheitlichkeit erzielt werden können. Die Ansichten über Methode und Grenzen des Unterrichtes werden immer mehr oder weniger auseinandergehen. Mit großem Freimut erwähnt *F. Poske* selbst an mehreren Stellen die von den seinigen gänzlich abweichenden Ansichten von ebenfalls in der Unterrichtstechnik erfahrenen und maßgebenden Autoren wie *Grimsehl*, *Kiepling* u. a. Es ist überaus auffallend, zu sehen, daß oft in prinzipiellen Fragen des Unterrichtes die Meinungen selbst der erfahrensten und erfolgreichsten Lehrer weit auseinandergehen. Man wird daraus wohl die Folgerung ziehen dürfen, daß im letzten Grunde das Unterrichten eine Kunst ist, die in sehr verschiedener Weise ausgeübt werden und ihr Ziel erreichen kann, daß die Persönlichkeit des Lehrenden ausschlaggebend ist und daß ein allgemein gültiger Weg nicht angegeben werden kann und auch nicht angegeben werden soll. Trotzdem wird ein Führer, der so gründlich durchdacht und auf einer so reichen Erfahrung aufgebaut ist wie das vorliegende Buch, für den angehenden Lehrer in Physik von allergrößtem Nutzen sein.

F. A. Schulze, Marburg.

Physikalische Mitteilungen.

Messungen der ausgestrahlten Energie einer Lichtquelle geben, selbst nach Ausschluß des Ultrarot und Ultraviolett durch geeignete Filter, noch kein Maß für die vom Auge empfundene Helligkeit, da dieses für die einzelnen Wellenlängen eine sehr verschiedene Empfindlichkeit besitzt. Setzt man sie für die Wellen-

länge 0,55 μ gleich 100, so hat sie nach Messungen von *Ives* für einige andere Wellenlängen die folgenden Werte

Wellenl.:	0,44	0,48	0,50	0,53	0,55 μ
Empf.:	2,9	15,4	36,3	91,2	100,0 %
Wellenl.:	0,57	0,60	0,62	0,64	0,68 μ
Empf.:	94,8	63,5	38,7	17,5	2,6 %

Will man deshalb aus Energiemessungen, etwa mit einer Thermosäule, direkt die Lichtstrahlung erhalten, so muß man vor dieselbe ein Filter setzen, dessen Durchlässigkeitskurve mit der Empfindlichkeitskurve des Auges möglichst vollkommen identisch ist. Ein solches besteht nach *Karrer* (*Phys. Rev.* 5, S. 189, 1915) aus einer 1,4 cm dicken Schicht von 41,085 g Kupferchlorid ($\text{CuCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$) in 1 Liter destilliertem Wasser, einer 1,46 cm dicken Schicht von 0,834 62 g Kaliumbichromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)/Liter und einer 1,4 cm dicken Schicht von 5,8712 g Ferrichlorid ($\text{FeCl}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$)/Liter. Die Lösungen werden in einen dreiteiligen Trog, der durch Quarzplatten verschlossen ist, gefüllt. Da die Ferrichloridlösung sich an der Luft verändert, muß sie alle zwei Tage erneuert werden. Man kann sie auch durch eine Lösung von 0,0515 g Jod + 0,4047 g Jodkalium in 1 Liter Wasser ersetzen. Die Substanzen müssen außerordentlich rein sein und möglichst von derselben Firma bezogen werden. Die Größe der von der Durchlässigkeitskurve dieses Filters und der Abszissenachse eingeschlossenen Fläche weicht nur um 2,9 % von der Fläche der Empfindlichkeitskurve des Auges ab. Diese Differenz fällt aber praktisch nicht so sehr ins Gewicht, da die Hauptabweichungen im äußersten Blau liegen, wo die Intensität der meisten Lichtquellen sehr gering ist. Mit einem derartigen Filter kann eine Thermosäule als **objektives Photometer** und somit als **künstliches Auge** dienen. *H. E. Ives* und *E. F. Kingsberry* (*Phys. Rev.* 6, S. 319, 1915) benutzen zu demselben Zweck ein anderes Filter. Es besteht aus einer 1 cm dicken Schicht (in einem Glastroge) einer Lösung, welche in 1 Liter Wasser 60,0 g Kupferchlorid, 14,5 g Kobaltammoniumsulfat, 1,9 g Kaliumchromat und 18,0 cm³ Salpetersäure (vom spez. Gewicht 1,05) enthält. Außerdem muß eine mindestens 2 cm dicke Wasserschicht in den Strahlengang geschaltet werden, um die benutzte Thermosäule gegen Erwärmung zu schützen und das Ultrarot völlig zu absorbieren. Die Durchlässigkeitskurve der angegebenen Lösung ist gegen die Empfindlichkeitskurve des Auges im ganzen etwas nach Rot hin verschoben. Für Präzisionsmessungen benutzt *H. E. Ives* (*Phys. Rev.* 6, S. 334, 1915) eine andere Vorrichtung, die aus einem Apparat zur spektroskopischen Farbensynthese entstanden ist. Die Strahlung der Lichtquelle wird spektral zerlegt und passiert dann eine Blende, deren Form der Empfindlichkeitskurve des Auges (unter Berücksichtigung der Absorption im Prisma des Spektralapparates) entspricht; die Strahlung wird dann auf die Lötstelle eines empfindlichen Vakuum-Thermoelementes konzentriert, das aus Legierungen von Wismut und Zinn einerseits und Wismut und Antimon andererseits besteht. Zum Abhalten der zerstreuten Strahlung muß noch eine 1 cm dicke Schicht einer dreiprozentigen Kupferchloridlösung eingeschaltet werden. Ein solches künstliches Auge kann nicht nur zu Helligkeitsvergleichen, sondern, nach dem Einsetzen entsprechender Blenden, auch für Farbmessungen nach dem Dreifarbensystem dienen. Bestimmt man einmal die Strahlung einer Lichtquelle mit vorgesetztem Filter

und andererseits ohne dasselbe, so gibt der Quotient der beiden Werte die photometrische Ökonomie, d. h. das Verhältnis der von der Lichtquelle ausgesandten Energie, welche vom Auge als Licht wahrgenommen wird, zu der gesamten ausgestrahlten Energie. Nach vorläufigen Messungen von *Karrer* beträgt diese für die amerikanische Normal-(Wallrat-)Kerze 0,24 %, für eine Nernstlampe, die mit 0,8 Amp. brennt, 1,08 %, für eine Kohlenfaden-Glühlampe, welche 4 Watt/Kerze verbraucht, 0,45 %, für Wolframlampen mit einem Verbrauch von 1, 1,1 und 1,25 Watt/Kerze 1,99 %, 1,84 % bzw. 1,65 %, für eine Nitalampe 2,93 %, für Gasglühlicht, je nach Gasverbrauch, Glühkörper und Zylinder 0,24 bis 1,26 % und für eine Quecksilberbogenlampe 30,5 %. (Die letztere Zahl dürfte wohl zu hoch sein.) Im allgemeinen sind demnach unsere Vorrichtungen zur künstlichen Beleuchtung vielmehr Heiz- als Lichtquellen.

Bei allen Bestimmungen der Massen und der Dichten der Himmelskörper, einschließlich der Erde, hat man die stillschweigende Annahme gemacht, daß die **Newtonsche Gravitationskonstante** unabhängig von der Temperatur sei. Nach Untersuchungen von *P. E. Shaw* (*Nature* 96, S. 143, 1915), die sich allerdings nur bis 250° C (!) erstrecken und über die bisher alle näheren Angaben, welche eine Nachprüfung ermöglichen könnten, fehlen, ist dies aber nicht der Fall, sie wächst vielmehr um $1 \cdot 10^{-5}$ für jeden Grad Temperatursteigerung. Das würde bei Annahme einer Sonnentemperatur von rund 6000° eine Erniedrigung des bisher für ihre Masse angenommenen Wertes um 6 % bedeuten, vorausgesetzt, daß man die Messungen bis dahin extrapolieren darf. Ein analoges Resultat gilt auch für die Masse der Erde. Alle Beobachtungen zu ihrer Bestimmung liefern immer nur das Produkt aus der Gravitationskonstante und der Masse. Da wir ihre mittlere Temperatur nicht kennen, so können wir nach Obigem ihre Gravitationskonstante und damit auch ihre Masse nicht berechnen. Ebenso liefert jede astronomische Bestimmung der Massen der verschiedenen Himmelskörper immer nur jenes Produkt und niemals die Masse selbst. Für die astronomischen Rechnungen ist dies glücklicherweise bedeutungslos, da in diese nur das Produkt aus der Masse und Gravitationskonstante eingeht.

Eine neue Methode zur **Bestimmung der Amplitude von Schallwellen** haben *E. P. Lewis* und *L. P. Farris* angegeben (*Phys. Rev.* 6, S. 491, 1915). Sie lassen durch einen kaminähnlichen Kasten, welcher an drei Seiten Öffnungen trägt, Lykpodiumteilchen fallen. Die eine Öffnung dient zur Beleuchtung derselben durch Sonnenlicht. In der gegenüberliegenden ist ein Trichter angebracht, dessen nach außen gerichtete weite Öffnung durch ein Papierdiaphragma verschlossen ist, während in die dritte das Objektiv des Beobachtungsmikroskopes hineinreicht. Beim Anblasen einer Pfeife von 230 Schwingungen/sec zeigen die Lykpodiumteilchen deutliche Sinusschwingungen. Lykpodiumpulver erwies sich am geeignetsten, da es ungestört von der Brownschen Bewegung fiel. Vorläufige Messungen mit einem Okularmikrometer lieferten folgende Werte: Amplitude der Lykpodiumteilchen 0,0006 cm, ihre Fallgeschwindigkeit 7 cm/sec, Phasenverschiebung gegen die erregende Welle 84,5°. Daraus berechnet sich die Amplitude der erregenden Schallwellen zu 0,0063 cm.

Das Curiesche Gesetz über die Abhängigkeit der Intensität der Magnetisierung (J) von der Feldstärke (H) und der absoluten Temperatur (T) läßt sich in der Form $H \cdot 1/J = R' \cdot T$ schreiben, wo R' das Reziproke der Curieschen Konstanten ist. Diese Gleichung stimmt formal mit den Gasgesetzen überein, und zwar würde H dem Druck und J der Gasdichte entsprechen. Ferner besteht eine enge Analogie zwischen den Kurven, welche den Verlauf von J mit wachsender Temperatur bei konstantem Felde (und dem Übergang vom Ferro- zum Paramagnetismus) einerseits und der Abhängigkeit der Dichte einer Flüssigkeit von der Temperatur bei konstantem Druck (und dem Übergang in den gasförmigen Zustand beim kritischen Punkte) andererseits darstellen. Die Molekulartheorien ergeben ferner das Resultat, daß sich die Dichte der Flüssigkeiten bei hohen Drucken und tiefen Temperaturen einem Grenzwerte nähert, wie auch die Magnetisierung in starken Feldern und bei niedriger Temperatur einer Sättigung zustrebt. Diese Analogien führen *J. R. Ashworth* (*Phil. Mag.* [6] 30, S. 711, 1915) dazu, die Curiesche Gleichung in derselben Weise zu ergänzen, wie es *van der Waals* bei den Gasgesetzen getan hat, und die **magnetische Zustandsgleichung** in der Form $(H + a' \cdot J^2) \cdot (1/J - 1/J_0) = R' \cdot T$ zu schreiben. In dieser entspricht das Glied $a' \cdot J^2$ dem inneren Molekularfelde und J_0 der Sättigung. a' , J_0 und R sind die magnetischen Fundamentalkonstanten, die auf Grund der angegebenen Theorie berechnet werden. Die aus der Gleichung zu ziehenden Folgerungen sind im allgemeinen in guter oder mindestens angenäherter Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebnissen. Das gilt z. B. für die Folgerung, daß die Temperaturkoeffizienten der ferromagnetischen Substanzen in entsprechenden Zuständen umgekehrt proportional zur kritischen Temperatur des Magnetismus sind, ferner für die Abhängigkeit der Intensität der Magnetisierung von der Temperatur. Die Anwendung der *van der Waalsschen* Zustandsgleichung auf den Magnetismus steht auch nicht im Widerspruch zu der kinetischen Theorie von *Langevin* und *Weiß*. Die Fundamentalkonstanten, wie sie sich zum Teil aus den Beobachtungen ergeben, zum Teil aus der Theorie berechnet sind, sind für die drei ferromagnetischen Substanzen die folgenden:

Fundamentalkonstanten	Fe	Ni	Co
Curiesche Konstante A	0,281	0,048	0,166
Paramagnetische Konstante R' . .	3,56	20,8	6,0
Sättigungsintensität J_0	1685	510	1300
Konstante des inneren Molekularfeldes a'	7,6	92	21
Kritische Temperatur	1058	661	1348
Maximales inneres Feld $a' \cdot J^2$.	$2,2 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^7$	$3,6 \cdot 10^7$

Das **Spektrum der X-Strahlen von Rhodium, Palladium und Silber** besteht nach Untersuchungen von *W. H. Bragg* (*Phil. Mag.* [6] 29, S. 407, 1915) aus vier Linien, von denen die drei langwelligen zu den K-Serien gehören, während die vierte Linie bisher nicht bekannt war. Aus Messung der Absorptionskoeffizienten für die je vier Strahlen ergibt sich, daß die charakteristische Strahlung einer Substanz nur von Wellenlängen erregt wird, welche kleiner als die *aller* charakteristischen Strahlen der betreffenden Substanz sind.

Über die **Beweglichkeit der Ionen**, welche durch die α -Strahlen des Poloniums in sorgfältig getrockneter Luft erzeugt werden, hat *E. M. Wellisch* (*Phys. Rev.* 6, S. 53, 1915) Versuche angestellt. Danach bestätigt sich das Gesetz, daß dieselbe umgekehrt proportional zum Druck ist, in dem Bereich von 760 mm bis $\frac{1}{7}$ mm. Von 8 cm Druck an treten neben den negativen Ionen auch Elektronen auf, deren Zahl mit weiter abnehmendem Druck im Verhältnis zu der der negativen Ionen wächst.

In einer Reihe von Spektren hatte *Paulson* **Linienpaare mit konstanten Wellenzahlen-Differenzen** gefunden, welche er als erste Andeutung von Serien auffaßte. Wie *A. S. King* (*Phys. Rev.* 6, S. 52, 1915) nachweist, verhalten sich aber die Linien solcher Paare in den Spektren von Eisen, Titan und Vanadium, wie man sie bei Verdampfung dieser Metalle im elektrischen Ofen beobachtet, sehr verschieden. Es ist somit ausgeschlossen, daß die zwei nach *Paulson* zusammengehörigen Linien von denselben schwingenden Teilchen emittiert werden. *G. Berndt, Berlin-Friedenau.*

Chemische Mitteilungen.

Die Brauchbarkeit des Ozonverfahrens zur Reinigung von Flußwasser. *K. Kipkalt* berichtet über Erfahrungen in einer Versuchsanlage, die von der Stadt Königsberg i. Pr. zur Reinigung des Pregelwassers errichtet worden war. Das Rohwasser, das gelblich gefärbt und oft trübe war, wurde zunächst in einem konischen Behälter mit Aluminiumsulfat (im Durchschnitt 80 g auf 1 cbm) versetzt, und hierauf wurde der gebildete Schlamm abgeschieden. Der Rest der Trübung wurde in einem Kiesfilter entfernt, sodann durchfloß das Wasser einen Holztrog sowie ein 5 cbm fassendes Becken und trat von unten in einen de-Frise-Turm ein; ein kleiner Teil des Wassers wurde abgeleitet und in einem Kompressor mit der Ozonluft gemischt, die an einer anderen Stelle unten in den Turm eingeführt wurde. Die Leistungsfähigkeit des Ozoneurmes betrug 5 cbm in der Stunde. Um die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Ozoneurmes zu ermitteln, wurden in das vor dem Turm befindliche Becken so viele Kolibazillen eingebracht, daß 1 cbm Wasser zwischen 30 000 und 9 Millionen Keime enthielt; sodann wurde festgestellt, wie viele Keime hinter dem Turme noch am Leben waren. Das Rohwasser, das teils mit, teils ohne Vorbehandlung zu den Versuchen benutzt wurde, enthielt zu jener Zeit nur etwa 200 Keime in 1 cbm. Der erwartete Abfall auf ein Minimum trat aber nicht ein, und auch dann, wenn Kolibazillen eingebracht wurden, war die Wirkung des Ozons nicht die erwartete. So sank z. B. bei Anwendung von 2,0—2,5 g Ozon auf 1 cbm Wasser die Keimzahl bei einem Versuch von 80 000 nur auf 200 bis 600, bei einem anderen Versuche von 30 000 bis 150 000 nur auf 500 bis 5000. Die wechselnde Keimzahl im Reinwasser legte die Vermutung nahe, daß die Ozonluft in dem Turme mit dem Wasser nicht genügend vermischt wird, und es zeigte sich denn auch, daß neben zahlreichen kleinen Luftbläschen Blasen von Kirschgröße und noch darüber aufstiegen, die den Turm sehr schnell durchströmten und daher für die Keimtötung verloren gehen. Um eine innigere Berührung des Wassers mit der Ozonluft herbeizuführen, wurden nun die beiden untersten Zelluloidsiebe des Turmes mit einer 25 cm hohen Schicht von erbsengroßen Stei-

nen und Kies bedeckt. Nach dieser Änderung des Turmes war der bakteriologische Effekt vorzüglich, so z. B. sank bei 5,4 g Ozon auf 1 cbm Wasser bei einem Versuche die Keimzahl von 9 Millionen auf 10 in 1 cbm Wasser, und auch bei einer Ozonmenge von 1,8 g und noch weniger wurden sehr gute Werte erhalten. Dasselbe war der Fall, wenn das Flußwasser ohne vorherige Behandlung mit Alaun und ohne Filtration in den Turm geleitet wurde, sowie wenn die Bakterien nicht einzeln, sondern in Klümpchen in dem Wasser enthalten waren. Es zeigte sich, daß die Größe der Ozonbläschen an sich nicht so wichtig ist, die Hauptsache ist vielmehr, daß die Wasserschicht zwischen zwei Bläschen möglichst dünn ist, damit das Ozon aus der Luft in das Wasser schnell übergehen und die durch Oxydation der Bakterien und der organischen Substanzen aufgebrauchte Ozonmenge ersetzen kann. Durch gleichzeitige Anwendung von Alaun und Ozon gelang es auf diese Weise, das Pregelwasser trotz seines hohen Gehaltes an organischen Substanzen in ein klares, farbloses Trinkwasser ohne irgendwelchen Geschmack umzuwandeln, äußerst keimarm und sicher frei von pathogenen Keimen zu machen. Ohne Behandlung mit Alaun hatte die Ozonisierung gleichfalls einen günstigen Einfluß auf die Keimverminderung, wenn etwas mehr Ozon zur Anwendung gelangt; jedoch bleibt das Wasser etwas trübe. Jedenfalls ist die Ozonisierung im vorliegenden Falle der Behandlung des Wassers mit Chlor entschieden vorzuziehen, und auch die Kosten der Ozonisierung werden sich kaum höher stellen als in anderen Städten. (*Journ. f. Gasbeleuchtg. u. Wasserversorgg.* 1915, S. 156—157.)

Über die Absorption von Sauerstoff in alkalischen Lösungen und über ein neues Absorptionsmittel für Sauerstoff berichtet *F. Henrich*. Bei der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in einem Gasgemisch beobachtete er, daß eine mit Natronlauge versetzte Natriumhydrosulfidlösung, wie sie *Franzen* zur Absorption des Sauerstoffs empfohlen hat, den Sauerstoff viel langsamer absorbiert als eine mit Kalilauge versetzte Hydrosulfidlösung. Z. B. wurde der Sauerstoff von 50 cbm Luft in einer natronlaugehaltigen Hydrosulfidlösung erst nach 9 Minuten langem Schütteln absorbiert, während dieselbe Hydrosulfidmenge, mit einer äquivalenten Menge Kalilauge gemischt, den Sauerstoff der 50 cbm Luft schon in 3 Minuten absorbierte. Es ist also zweckmäßig, bei der Bereitung der Absorptionslösung für Sauerstoff nach *Franzen* das Natriumhydroxyd durch Kaliumhydroxyd zu ersetzen. Der gleiche Unterschied in der Wirkung von Kali- und Natronlauge ergab sich bei der Anwendung von Pyrogallol zur Absorption des Sauerstoffs, wie eine Reihe von Beleganalysen beweist. Zwar haben schon *Weyl*, *Zettler* und *Goth* im Jahre 1880 gezeigt, daß die Absorptionsgeschwindigkeit alkalischer Pyrogallösungen in hohem Maße von ihrer Konzentration abhängt; die von den genannten Forschern ermittelten Optima für die Konzentration dieser Lösungen sind aber in der technischen Gasanalyse nicht verwendbar, weil sie mit reinem oder hochprozentigem Sauerstoff Kohlenoxyd entwickeln. Verfasser entdeckte ferner in dem Oxyhydrochinon ein neues, rasch wirkendes und haltbares Sauerstoffabsorptionsmittel. Vom Chinon ausgehend, stellte er zunächst nach der Vorschrift von *Thiele* das Triacetyloxyhydrochinon her, das mit konzentrierter Kalilauge verseift wird. Diese Lösung ist zur Gasanalyse direkt verwendbar, man braucht also gar nicht erst das Oxyhydrochinon in fester Form herzustellen. Die Lösung

absorbiert den Sauerstoff sehr energisch, so wurden 100 ccm reiner Sauerstoff in 1–2 Minuten völlig absorbiert, ohne daß eine Spur Kohlenoxyd entstand. Auch ist es hier kein Unterschied, ob man Kali- oder Natronlauge verwendet. (*Berichte d. Dt. Chem. Gesellschafts.* 1915, S. 2006–2009.)

Plastische Massen aus Hefe. H. Blücher berichtet in der *Chemiker-Zeitung* 1915, S. 934, über interessante Versuche in dieser Richtung, die er in Gemeinschaft mit E. Krause angestellt hat. Sie beobachteten, daß die Abfälle der Hefeextraktfabrikation, die aus den sehr feinen Zellhäuten der Hefe bestehen, bei der Behandlung mit Aldehyden plastische Massen liefern, die durch starke Pressung unter gleichzeitiger Erwärmung zu einem harten, festen Produkt verdichtet werden können. Dieses eignet sich als Ersatz für Ebonit, Zelluloid, Galalith und andere Kunststoffe. Außer den Hefeextraktabfällen kann auch Brauereiabfallhefe sowie jede nach dem Delbrückschen Verfahren hergestellte Lufthefe als Ausgangsmaterial Verwendung finden. Die ursprünglich schwarze Farbe des neuen Erzeugnisses kann durch Einverleibung von Farbstoffen beliebig geändert werden, ferner lassen sich durch bestimmte Zusätze und Füllmittel auch die mechanischen und chemischen Eigenschaften beeinflussen. Die Fabrikation erfolgt in zwei Phasen: Zunächst wird aus Formaldehyd und Hefe ein Halbfabrikat hergestellt, das als feines Pulver in mehreren, den verschiedenen Verwendungszwecken angepaßten Marken an die Verarbeiter geliefert wird. Dieses Pulver, das unbegrenzt lange haltbar ist, kann nun nach Belieben mit Füllmitteln versetzt und in der verschiedensten Weise gefärbt werden; sodann wird es in heizbaren hydraulischen Pressen geformt. Die auf diesem Wege erhaltenen Gegenstände geben die feinsten Einzelheiten der Form wieder, beispielsweise können die zartesten Reliefs mit höchster Schärfe erzeugt werden. Außer durch seine direkte Formbarkeit zeichnet sich das neue Erzeugnis auch durch weitgehende mechanische Bearbeitbarkeit aus, es ist ferner fast unentflammbar und verkohlt sehr schwer. Das spezifische Gewicht des ungefüllten Materials ist 1,33–1,35. Man kann auch Metallteile sehr fest in das neue Produkt einpressen, was für die Herstellung von Türklinken, Fenster- und Werkzeuggriffen recht wertvoll ist. Weiter lassen sich Knöpfe, Wandplatten, Lampenfüße sowie zahlreiche Teile für die Feinmechanik und die Schwachstromtechnik aus dem neuen Material herstellen. Zur Ausnutzung der Erfindung wurde die Ernolith-G. m. b. H. in Leipzig gegründet.

Eine Methode zur kolorimetrischen Bestimmung kleiner Schwefelwasserstoffmengen haben W. Mecklenburg und F. Rosenkränzer ausgearbeitet. Die neue Methode, die Schwefelwasserstoff in geringen absoluten Mengen und in sehr verdünnten Lösungen schnell und genau zu bestimmen gestattet, beruht auf der Bildung von Methylenblau, die nach Emil Fischer bei weitem die empfindlichste aller qualitativen Reaktionen auf Schwefelwasserstoff ist. Diese Reaktion läßt sich nun nicht ohne weiteres zur kolorimetrischen Bestimmung des Schwefelwasserstoffs verwenden, da die Stärke der Blaufärbung und auch der Farbton außer von der Konzentration des Schwefelwasserstoffs in hohem Maße auch von der Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen abhängt. Namentlich kommt es auf

die Konzentration der Reagentien, d. h. des Dimethylparaphenylendiaminsulfats und des Ferrichlorids, an, wogegen die Konzentration der Salzsäure innerhalb nicht allzuweiter Grenzen ohne merklichen Einfluß auf die Intensität der Blaufärbung ist. Außerdem ist die während der Reaktion herrschende Temperatur sowie die Reihenfolge, in der die Reagentien zugesetzt werden, auf die Färbung von Einfluß. Verfasser erzielten unter folgenden Versuchsbedingungen genaue Resultate. Zu 500 ccm Schwefelwasserstoffwasser gibt man 10 ccm konz. Salzsäure, dann 25 mg Diaminsulfat und 2,5 ccm Ferrichloridlösung (erhalten durch Auflösen von 27 g kristallisiertem Eisenchlorid in 500 ccm konz. Salzsäure und Verdünnen dieser Lösung auf 1 l), schüttelt sofort um und läßt dieses Gemisch in verschlossenen Gefäßen einige Stunden stehen. Die so erhaltenen Färbungen zeigen bei wechselndem Schwefelwasserstoffgehalt kaum Unterschiede in dem Farbenton, sondern nur in der Intensität der Farbe und lassen sich in einem Kolorimeter gut miteinander vergleichen. Die Versuchsergebnisse sind im Original in mehreren Tabellen zusammengestellt. (*Zeitschr. f. anorgan. Chemie* Bd. 86, S. 143–153.)

Über die Entzündungsgeschwindigkeit von Gemischen brennbarer Dämpfe und Luft berichtet M. Hofsäp. Im Anschluß an seine Untersuchungen über die Entzündungsgeschwindigkeit im Innenkegel einer Bunsenflamme hat Verfasser nunmehr auch die Entzündungsgeschwindigkeit von Luftgasen bestimmt, und zwar von Gemischen aus Pentan, Hexan, Benzol, Gasolin und Benzin einerseits und Luft andererseits. Bei diesen Versuchen war neben der Herstellung eines Luftgases von konstanter Zusammensetzung die Ermittlung seines Gehaltes an brennbarem Gas bzw. an Luft die wichtigste Aufgabe. Zur Ermittlung der prozentigen Zusammensetzung bediente sich Verfasser, da das spezifische Gewicht der Luftgase ihrem Gehalt an brennbaren Bestandteilen direkt proportional ist, des von ihm konstruierten Apparates zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes. An einem Beispiel erläutert Verfasser die Ermittlung der prozentigen Zusammensetzung aus der Dichte für ein Benzol-Luftgas. Die Versuchseinrichtung bestand aus einer Stahlflasche mit komprimierter Luft, einem Kapomesser (Kapillargasmesser nach Ubbelohde), dem Karburator, dem Dichtemesser und einem Brenner. Die Schaltung dieser Apparate ist im Original durch eine Skizze veranschaulicht. Zur Ermittlung der Entzündungsgeschwindigkeit muß 1. die Luftgeschwindigkeit im Kapomesser, 2. die Ausflußzeit des Luftgases aus dem Dichtemesser und 3. die Höhe des Innenkegels der Bunsenflamme gemessen werden. Die Entzündungsgeschwindigkeit $u = \frac{V}{F}$, wobei die V die Ausströmungsgeschwindigkeit des Frischgases und F die Fläche des Innenkegels der Flamme bedeutet. Die Versuchsergebnisse sind in 2 Schaubildern dargestellt; sie zeigen, daß die maximale Entzündungsgeschwindigkeit eines Luftgases im allgemeinen um so größer ist, je niedriger sein Siedepunkt bzw. je höher sein Dampfdruck ist. Diese Beziehungen lassen vermuten, daß zwischen der maximalen Entzündungsgeschwindigkeit eines flüssigen Brennstoffes und seiner chemischen Natur ein ursächlicher Zusammenhang besteht. (*Journ. f. Gasbeleuchtung* 1915, S. 73–75.)

H. Sander, Darmstadt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 10.

10. März 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Bedeutung der Rindertuberkulose für den Menschen. Von *Geheimrat Prof. Dr. J. Orth, Berlin.* S. 121.

Besprechungen:

Bauer, L. A., und J. A. Fleming, Land Magnetic Observations 1911—1913. Von *A. Nippoldt.* S. 124.

Tschermak, G., Lehrbuch der Mineralogie. Von *W. Eitel.* S. 125.

Liesegang, R. E., Die Achate. Von *H. E. Boeke.* S. 126.

Henning, F., Die Grundlagen, Methoden und Ergebnisse der Temperaturmessung. Von *K. Scheel.* S. 127.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die Huib-
hochfläche in Südwestafrika. Reisen in Deutsch-
Ostafrika. S. 128.

Physikalische und technische Mitteilungen. S. 129-132.
Glüh- und Härteöfen mit Oberflächenverbrennung.
Schaumkautschuk. Die Zündgeschwindigkeit
brennbarer Gasgemische. Beton als Baustoff
für Fundamente. Die katalytische Fetthärtung
mittels Nickeloxiden.

Akademieberichte der Königlich Preussischen
Akademie der Wissenschaften, der Königlich
Bayerischen Akademie der Wissenschaften. S. 133.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik. S. 133.

Physikalische Zeitschrift. S. 134, 135.

Zeitschrift der Elektrochemie. S. 135.

Geographische Zeitschrift. S. 135.

Meteorologische Zeitschrift, S. 136.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.
S. 136.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
S. 136.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Das Deutsch-Oesterreichisch- Ungarische Wirtschafts- und Zollbündnis

Eine Studie mit besonderer Berücksichtigung
des österreichisch-ungarischen Standpunktes

Von

Ingenieur Carl Irresberger

Gießereidirektor a. D.

Preis M. —.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG

Soeben erschien:

DIE CHEMIE DER KOHLE

VON

PROF. DR. F. W. HINRICHSSEN†
UND DIPL.-ING. S. TACZAK

DRITTE AUFLAGE

VON

MUCK,
DIE CHEMIE DER STEINKOHLE

MIT 11 FIGUREN IM TEXT

X u. 524 S. GR. 8 — FORMAT 16×24 cm — GEWICHT 855 bzw. 960 g

GEHEFTET M. 15.—; IN LEINEN GEBUNDEN M. 16.50

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

10. März 1916.

Heft 10.

Die Bedeutung der Rindertuberkulose für den Menschen.

Von Geheimrat Prof. Dr. J. Orth, Berlin.

In den letzten Jahren sind wesentlich neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der Bedeutung der Rindertuberkulose für den Menschen nicht gewonnen worden, ich vermag deshalb nichts anders über die Frage zu sagen, als ich in meinem Vortrag über Rinder- und Menschentuberkulose, den ich in der Akademie der Wissenschaften am 8. Februar 1912 gehalten habe, sowie in dem am 19. Februar 1913 in der Berliner medizinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage (Über die Bedeutung der Rinderbazillen für den Menschen) gesagt habe¹⁾. Ein Bedürfnis, mich wieder mit der Frage zu beschäftigen, liegt deshalb für mich nicht vor, sondern es ist nur die direkte Aufforderung der Schriftleitung dieser Zeitschrift, welche mich veranlaßt hat, diese nicht nur für Fachleute bestimmte übersichtliche Darstellung zu geben.

Die Schätzung der Bedeutung jener Erkrankung des Rindviehes, welche früher gewöhnlich wegen der perlartigen, öfter gestielten, an den serösen Häuten sitzenden Knötchen als Perlsucht bezeichnet wurde, ist im Laufe der Zeiten eine sehr wechselnde gewesen. Noch von *Rudolf Virchow* in seinem berühmten Geschwulstwerk von der Tuberkulose völlig getrennt, wurde die Krankheit dank der Fortschritte der mikroskopischen und vor allem auch der experimentellen Forschung immer sicherer als eine tuberkulöse erkannt, bis dann endlich *Robert Koch* durch den Nachweis von Tuberkelbazillen auch bei der Perlsucht jeden Zweifel zerstreute. Nunmehr bürgerte sich statt des nichts über das Wesen der Krankheit aussagenden Wortes „Perlsucht“ immer mehr die Bezeichnung „Rindertuberkulose“ ein und es ist begreiflich, daß, nachdem die Bazillen, welche mit den beim tuberkulösen Menschen gefundenen auch nach *Kochs* Meinung völlig übereinzustimmen schienen, auch in der Milch perl-süchtiger, also tuberkulöser Kühe aufgefunden worden waren, die Anschauung immer mehr Verbreitung gewann, daß die Rindertuberkulose, insbesondere vermittelt der Milch, eine wesentliche Quelle der menschlichen Tuberkulose sei und daß deshalb staatlicherseits entschiedene Vorsorge getroffen werden müsse, um die Menschen gegen die Infektion mit Tuberkelbazillen durch Milch

und andere von tuberkulösem Rindvieh herstammende Nahrungsmittel zu schützen.

Zwar hatte man bald die Gefahr erkannt, welche den gesunden Menschen von den tuberkulösen Menschen droht —, nicht von allen, aber von den mit sogenannter offener Tuberkulose Behafteten, welche Tuberkelbazillen, besonders aus den Atemwegen in die umgebende Luft, absondern —, aber es lag in der Natur der Verhältnisse, daß gegenüber dieser Gefahr der Staat nicht allzuviel ausrichten konnte, während ihm zum Kampfe gegen die Rindertuberkulose kräftige Mittel zu Gebote standen. Diese waren nicht nur zum Schutze der menschlichen Gesundheit erforderlich, sondern auch wegen der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Tuberkulosekrankheit des Rindviehs (und anderer Nutztiere). Freilich konnte sich ja niemand der Erkenntnis entziehen, daß der Tuberkulosekrankheit der Menschen für das Volk eine weit höhere Bedeutung zukommt als der Tuberkulosekrankheit des Rindviehs, angesichts der Tatsache, daß keine andere Krankheit, ja daß nicht alle anderen akuten Infektionskrankheiten zusammengenommen (die Lungenentzündung ausgeschlossen) so viele Menschen alljährlich dem Volke verloren gehen lassen als die Tuberkulose, insbesondere die Lungentuberkulose, welche für die Lungenschwindsucht die erste und wesentlichste Rolle spielt. Damit erwuchs auch dem Staat die Aufgabe, der anderen, der gesunden Staatsbürger wegen, nicht zwar die tuberkulösen Staatsbürger, aber ihre Krankheit zu bekämpfen und den Verlusten zu steuern, welche die Zahl und die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung durch die Tuberkulose erfuhren. Dem stellten sich aber ungemein viel größere Schwierigkeiten, teils allgemeiner, auch pekuniärer, teils auch persönlicher Art (Eingriff in die persönliche Freiheit) entgegen, als die Bekämpfung der Rindertuberkulose sie bereitete, und so läßt selbst heute noch, obwohl bereits Anerkennenswertes und Wertvolles auch hier geleistet worden ist, die Abwehr der Tuberkulose, soweit sie von kranken Menschen verbreitet wird, noch vieles zu wünschen übrig, da noch nicht von allen zu Gebote stehenden Mitteln, z. B. Anzeigepflicht, Zwangsdesinfektion, Gebrauch gemacht worden ist.

So kam es, daß zunächst die Bekämpfung der Rindertuberkulose in den Vordergrund trat, und es ist gewiß nicht abzustreiten, daß dadurch wieder im Volke die Einschätzung der von seiten des tuberkulösen Rindviehs dem Menschen drohenden Gefahr eine höhere wurde. Dabei spielte sicherlich auch die von vielen Bakteriologen genährte

¹⁾ Beide abgedruckt in meinem Werkchen Drei Vorträge über Tuberkulose. Berlin 1913, August Hirschwald.

„Bazillenangst“ eine Rolle, die viele Menschen glauben machte, daß jeder Bazillus, der in ihren Körper, etwa mit der Milch oder der Butter, hineingelange, nun auch notwendig eine Erkrankung des Körpers im Gefolge haben müsse. Man vergaß dabei, daß auch der Körper selbst noch ein Wort mitzusprechen hat und daß ein gesunder Körper imstande ist, viele krankheitsregende Kleinlebewesen, und so auch Tuberkelbazillen, selbst wenn sie schon in den Körper eingedrungen sind, noch unschädlich zu machen.

Ein Wendepunkt in der Beurteilung der Gefährlichkeit der Rindertuberkelbazillen für den Menschen trat ein, als es Koch und seinen Schülern gelungen war, zu zeigen, daß die vom Menschen und die vom Rindvieh stammenden Tuberkelbazillen sich doch nicht in allen Beziehungen gleich verhalten, daß sie vielmehr in ihrem Wachstum, ihrem biologischen Verhalten, ihrem Verhalten sowohl zu künstlichen Nährböden als auch zu verschiedenen Versuchstieren (besonders Kaninchen, Rindvieh) so regelmäßige Verschiedenheiten darbieten, daß man berechtigt, ja gezwungen war, zwei verschiedene Formen von Tuberkelbazillen zu unterscheiden, den Typus bovinus und den Typus humanus. Ganz besonders wichtig wurde das verschiedene Verhalten beider Typen gegenüber dem Rindvieh: der Typus bovinus haftet bei ihm und erzeugt eine fortschreitende Tuberkulose, der Typus humanus vermag das nicht. Es war nun der reine Zufall, daß die ersten Experimentatoren (Koch und Schütz) unter den von ihnen an Kälbern geprüften menschlichen Tuberkulosefällen nur solche hatten, welche nicht auf Rindvieh übertragbar waren, also den Typus humanus führten, es konnte sich dadurch aber die Anschauung festsetzen, beim Menschen komme nur der Typus humanus vor, woraus weiter gefolgert wurde, daß der Typus bovinus, also die Rindertuberkulose überhaupt, für den Menschen kaum gefährlich sei. In weiterer Verfolgung dieses Gedankens mußte man natürlich auch zu der Vorstellung kommen, daß es kaum nötig sei, einen Kampf gegen die Rindertuberkulose im Interesse der menschlichen Gesundheit zu führen, ja man konnte aus den Äußerungen Einzelner die Meinung herauslesen, die zu diesem Kampf angewandten Mittel bedeuteten hinausgeworfenes Geld.

Es zeigte sich aber mehr und mehr, daß es tuberkulöse Menschen gibt, bei denen nur Bazillen vom Typus bovinus vorkommen, andere wenige, bei denen beide Typen gefunden werden konnten. Je mehr diese Fälle sich häuften, um so höher mußte auch wieder der Kampf gegen die Gefährdung des Menschen durch die Rindertuberkulose bewertet werden; denn daran konnte doch nicht gezweifelt werden, daß die beim Menschen gefundenen Rinderbazillen schließlich vom Rindvieh stammen mußten, und auch nicht daran, daß die Milch und Milchprodukte haupt-

sächlich die Übertragung vermittelten, so schwer es auch war und ist, dafür unumstößliche Beweise zu bringen. Gestützt wurde die Annahme, daß Milch bei der Übertragung der Rinderbazillen auf den Menschen eine wesentliche Rolle spiele, durch den Umstand, daß es vorzugsweise tuberkulöse Kinder waren, bei denen der Typus bovinus gefunden wurde, und daß es hier wieder tuberkulöse Erkrankungen im Bereich des Verdauungskanales waren, welche alle anderen an Zahl weit übertrafen.

So dürfte denn wohl in der Bekämpfungsfrage heute allgemein der Standpunkt Geltung haben, den ich in den vorher genannten Vorträgen vertreten habe: Kampf gegen die humanen, aber auch Kampf gegen die bovinen Bazillen!

Dieser Standpunkt muß als Folge des Nachweises, daß es eine menschliche Tuberkulose durch den Rinderbazillus gibt, innegehalten werden, mag die Bedeutung dieser menschlichen bovinen Tuberkulose größer oder kleiner sein, denn jede der menschlichen Gesundheit drohende Gefahr, ob groß, ob klein, muß bekämpft werden. Die in Rede stehende Gefahr ist aber keineswegs so ganz klein und zudem in ihrer ganzen Größe heute noch gar nicht sicher zu ermessen.

Sicher zu beurteilen sind diejenigen Fälle, bei denen Bazillen vom Typus bovinus gefunden worden sind. Diese gehören in der übergroßen Mehrzahl der Kindheit an. Diejenige Form der Tuberkulose, welche hauptsächlich die Erwachsenen dahinrafft, die Lungenschwindsucht, hat nur in Ausnahmefällen Bazillen vom Typus bovinus ergeben, so daß man wohl sagen muß, daß bei ihr die Rinderbazillen unmittelbar keine Rolle spielen. Die an Lungenschwindsucht Erkrankten, die häufig späterhin auch an Kehlkopftuberkulose leiden, sind es aber, welche Bazillen in der Luft zerstreuen und bazillenhaltigen Auswurf abgeben; sie sind es also, von denen gesunden Menschen die tuberkulöse Infektion droht, ihre Bazillen vom Typus humanus müssen also in erster Linie unschädlich gemacht werden, gerade ihnen gegenüber sind noch längst nicht alle anwendbaren Abwehrmittel erschöpft.

Nun gibt es aber doch auch bei Erwachsenen, d. h. Menschen, die über 15 oder 16 Jahre alt sind, gewisse Formen der Tuberkulose, bei denen bovine Bazillen eine erheblich größere Rolle spielen. Dahin gehört vor allem die Tuberkulose der Haut, sowohl die fressende Flechte, der Lupus, mit 11—12 % (nach einzelnen Statistiken noch viel mehr) boviner Bazillen und die warzige Hauttuberkulose mit über 50 %. Aber auch bei einer Form innerer Tuberkulose, bei der vorzugsweise Darm und Gekrösedrüsen ergriffen sind, ist der Prozentsatz der Rindertuberkulosen (etwas über 20 %) ein recht erheblicher. Unter den genannten Erkrankungen nimmt der Lupus seiner Häufigkeit nach die erste Stelle ein, denn die Zahl der Lupuskranken in Deutschland zählt nach Tausenden. Schon allein diese Zahl von Rindertuber-

kulosen beim Menschen würde vollauf genügen, energische Maßregeln gegen die Verbreitung der Rinderbazillen und ihre Übertragung auf den Menschen zu rechtfertigen. Die Sache bekommt aber noch ein ganz anderes Gesicht, wenn man die Verhältnisse bei der Tuberkulose der Kinder (von 0 bis 15 oder 16 Jahren) betrachtet.

Es zeigen sich allerdings bei den Kindern höchst auffällige Verschiedenheiten in den einzelnen statistischen Angaben. Zweifellos können, von technischen Fehlern, die man aber doch nicht ohne weiteres unterstellen darf, abgesehen. Zufälligkeiten hier eine Rolle spielen, aber auch sie darf man doch nicht allzusehr in den Vordergrund stellen, besonders angesichts der an verschiedenen Orten von den verschiedensten Untersuchern gefundenen Verschiedenheiten, die zudem nicht nur in bezug auf den Bazillentypus, sondern auch in bezug auf die anatomischen Erkrankungsformen (verschiedene Häufigkeit der primären Darm- und Gekrösetuberkulosen) festgestellt worden sind. Meines Erachtens muß man die Haupterklärung für die Verschiedenheiten in regionären Eigentümlichkeiten, vielleicht auch solchen der einzelnen Bevölkerungsklassen suchen.

Es ist dementsprechend schwer, Mittelzahlen zu geben, die überall zutreffend wären. Ich habe früher für verstorbene tuberkulöse Kinder 10 % bovine Tuberkulosen in Rechnung gestellt, für die Gesamtheit der Kinder muß man aber offenbar weit höhere Zahlen annehmen; haben doch neuere Zusammenstellungen Zahlen von 18—22 % ergeben. Für einzelne Tuberkuloseformen der Kinder sind die bovinen Fälle noch weit zahlreicher, so bei Lupus (32 %), bei Hals- und Achseldrüsentuberkulose (34 %, in den ersten 5 Lebensjahren 40 %), Abdominaltuberkulose (40—50 %). Ganz besonders wichtig ist die Tatsache, daß aus allen bekannten Angaben auch für die Fälle von generalisierter Tuberkulose einschließlich der tuberkulösen Hirnhautentzündung sich die Beteiligung der bovinen Bazillen mit 10 % ergibt. Das ist deshalb wichtig, weil man daraus ersieht, daß die bovine Tuberkulose beim Menschen auch oft genug nicht nur eine örtliche ist, sondern den ganzen Körper durchseuchen und den Tod herbeiführen kann. In vielen Fällen bleibt sicherlich die bovine Erkrankung eine örtlich beschränkte und nimmt oft einen günstigen Verlauf, aber man darf nicht vergessen, daß es auch unzählige Fälle von Infektion mit Typus humanus gibt, bei denen nur eine örtliche und bald ausheilende Erkrankung entsteht.

Will man sich von der Bedeutung der bovinen Kindertuberkulose einen recht klaren Begriff machen, so muß man aus den Verhältniszahlen die absoluten ableiten. In Preußen sind nach den amtlichen Medizinalberichten im Jahre 1913 9373 Kinder unter 15 Jahren an Tuberkulose gestorben, das macht, 10 % bovine Formen angenommen, allein in Preußen bei den Kindern jährlich

900—1000 Todesfälle an boviner Tuberkulose. Das sind, wohlgemerkt, nur die jährlichen Todesfälle, nicht die Zahlen der Gesamterkrankungen, die bei der bovinen Tuberkulose um so größer sind, als, wie nicht geleugnet werden soll, gerade diese Tuberkuloseform verhältnismäßig günstig verläuft, der Prozentsatz bovintuberkulöser Erkrankungen also noch ein erheblich größerer sein muß als bei den Todesfällen. Unter der Bevölkerung des Deutschen Reiches von rund 70 Millionen Menschen gibt es rund 23 Millionen Kinder von 0—15 Jahren; wenn davon auch nur 20 % — manche Untersucher geben noch eine größere Zahl an — tuberkulös sind, so gibt das rund 4,6 Millionen tuberkulöse Kinder und bei 20 % boviner Erkrankungen 920 000, also nicht viel weniger als 1 Million, bei nur 10 % boviner Form immer noch 460 000 vom Rinderbazillus infizierte und krank gemachte Kinder. Wäre es auch nur die Hälfte, so wäre die Zahl doch immer noch erschreckend groß, und sie allein würde es vollauf rechtfertigen, daß keine Geldmittel gescheut werden, um die bovine Quelle für tuberkulöse Erkrankungen der Menschen zu verstopfen.

Dabei kommen also nur die sichergestellten Tatsachen in Betracht. Nun bestehen aber noch zwei weitere Möglichkeiten, wie Rinderbazillen die Menschen schädigen, und zwar schwer schädigen könnten.

Die eine dieser Möglichkeiten beruht auf der Umwandlungs- und Anpassungsfähigkeit von Bakterien. Wie die höheren Pflanzen, so sind auch diese niedersten pflanzlichen Gebilde in hohem Grade von ihrem Nährboden abhängig, in geringerem Grade in morphologischer, in höherem Grade in biologischer Beziehung. Insbesondere sind es auch die chemischen Produkte der Pflanzen, die pflanzlichen Gifte, deren Erzeugung in hohem Maße von dem Nährboden abhängig ist. So ist es lange bekannt, daß die Fingerhutpflanze in bezug auf ihren Gehalt an Digitalin an verschiedenen Standorten ganz verschiedene Ausbeute ergibt. Bei den Spaltpilzen oder Bakterien kommen aber noch viel größere Beeinflussungen vor, sog. Mutationen, deren Resultat sein kann, daß ein ganz anderer Organismus vorliegt als der ursprünglich vorhandene, daß sich z. B. der gewöhnliche Bewohner des menschlichen Dickdarms, der Colibazillus, in den Erreger des Nervenfiebers, den Typhusbazillus, umgewandelt hat. Bisher kennt man diese Verwandlungsfähigkeit nur von einem kleinen Teil der Bazillen, aber es ist nicht ausgeschlossen, daß sie auch den Tuberkelbazillen zukommt, daß deren beide Hauptformen, der Typus humanus und der Typus bovinus, nur Anpassungsformen eines und desselben Mikroorganismus sind, die eine Form angepaßt dem Rindviehkörper, die andere dem Menschenkörper. Es ist demnach nicht ausgeschlossen, daß ein Rinderbazillus im menschlichen Körper in einen Menschenbazillus sich umwandelt. Es sollen hier nicht die Gründe für und wider diese Annahme er-

örtert, auch nicht darauf eingegangen werden, inwieweit der Befund von sogen. atypischen Formen von Tuberkelbazillen, die weder ganz die Eigenschaften des einen noch die des anderen Typus haben, sich für diese Frage verwerten läßt, denn es handelt sich hier noch um ganz unangebauten Gebiet, aber es muß doch darauf hingewiesen werden, daß die Möglichkeit nicht von der Hand gewiesen werden kann, daß zwischen den im Menschen vorkommenden Bazillen vom Typus *humanus* genealogische Beziehungen zu Rinderbazillen bestehen, was natürlich die Bedeutung der Rinderbazillen für den Menschen in noch nicht abzusehender Weise erhöhen würde.

Und noch eine zweite Möglichkeit besteht, wie die Infektion des Menschen mit Rinderbazillen auch, abgesehen von den unmittelbar erzeugten tuberkulösen Veränderungen, im menschlichen Körper Schaden stiften könnte. Wir betreten freilich auch hier strittiges Gebiet. Es ist eine jetzt weit verbreitete und sicher nicht unberechtigte Anschauung, daß die Zeit sowohl für die Infektion mit bovinen Bazillen als auch für die mit humanen in die Jugend zu verlegen ist. Diese Jugendinfektion kann zu einer rein örtlichen, zum Stillstand und sogar zu einer Art von Heilung gelangenden Veränderung führen. Nicht selten kommt nun aber früher oder später dazu ein neuer Ausbruch der tuberkulösen Erkrankung, von der es sich nun fragt, ob sie auf die Jugendinfektion unmittelbar zurückzuführen ist (endogene Reinfektion), oder ob es sich um eine neue Infektion mit von außen gekommenen Bazillen (exogene Reinfektion) handelt. Beides kommt zweifellos vor.

Inwieweit bei der endogenen Reinfektion die bovinen Bazillen eine Rolle spielen können, hängt von der Beantwortung der Mutationsfrage ab; vorläufig kann man nur sagen, daß für eine Bedeutung der bovinen Bazillen in dieser Richtung kein Anhalt zu gewinnen ist, da, wie vorher festgestellt worden ist, bei den tuberkulösen Erkrankungen Erwachsener, insbesondere bei der wichtigsten und häufigsten derselben, bei der Lungenschwindsucht, Bazillen vom Typus *bovinus* nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen.

Anders steht es bei der exogenen Reinfektion. Ich habe zuerst den experimentellen Beweis geliefert, daß nach Überstehen einer ersten tuberkulösen Infektion und Erkrankung durch eine zweite Infektion mit virulenten Bazillen zwar eine langsamer als bei einem vorher nicht infizierten Tiere verlaufende Krankheit entsteht, dafür aber eine schwere, die regelmäßiger zu einer Lungenschwindsucht führt.

Da die zur ersten und die zur zweiten Infektion benutzten Bazillen verschieden sein können, so ergibt sich für den Menschen, daß mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß eine in der Kindheit überstandene tuberkulöse Erkrankung durch Rinderbazillen eine Anlage (Disposition) dafür schaffen kann, daß aus einer späteren

exogenen Reinfektion mit Bazillen des Typus *humanus* eine Lungenschwindsucht hervorgeht. Hier würde es sich dann um eine mittelbare, aber zutreffenden Falles in ihrer Bedeutung gewiß nicht gering zu achtende ungünstige Wirkung der Rinderbazillen handeln.

Es wird die Aufgabe der weiteren Forschung sein, sowohl durch Experimente als auch durch Untersuchungen am Menschen unter steter Berücksichtigung der bakteriologischen Untersuchungsmethoden neue Tatsachen festzustellen und Licht in diese noch mehr oder weniger dunklen Gebiete zu bringen. Mögen aber auch die Ergebnisse dieser weiteren Forschungen in bezug auf die Bedeutung der Rinderbazillen ausfallen, wie sie wollen, so steht jetzt schon fest, daß diese groß genug ist, um auch vom Standpunkte der menschlichen Gesundheitspflege energische Maßnahmen zur Bekämpfung der Rindertuberkulose als notwendig erscheinen zu lassen. Diese ist nicht die erste und wichtigste Aufgabe im Kampfe gegen die Tuberkulose des Menschen, aber sie ist doch auch eine notwendige Aufgabe. Ich kann deshalb auch heute nur verlangen, was ich am Schlusse meines oben erwähnten Vortrages in der Berliner medizinischen Gesellschaft verlangt hatte: Kampf gegen die humanen Bazillen in erster Linie, aber auch Kampf gegen die Rinderbazillen; das Große tun, aber auch das Kleine nicht lassen!

Diese Mahnung dürfte heute um so mehr am Platze sein, als es bei den gegebenen Kriegsverhältnissen wohl denkbar wäre, daß die sanitätspolizeiliche Kontrolle der vom Rindvieh stammenden Nahrungsmittel besonders großen Schwierigkeiten begegnet. Vermittelt des Fleisches droht kaum Gefahr, wohl aber seitens der Milch, und darum muß ganz besonders dringend davor gewarnt werden, Kindern nicht oder ungenügend durchgekochte Milch zu verabreichen.

Besprechungen.

Bauer, L. A., und J. A. Fleming, Land Magnetic Observations 1911—1913. Researches Dep. Terr. Magn. Washington, Carnegie-Institution, 1915. 2, 4^o. V, 278 S. und 13 Tafeln.

In Heft 27 vom 4. Juli 1913 und Heft 31 vom 30. Juli 1915 haben wir ausführlich über die Arbeiten der Carnegie-Institution an der magnetischen Aufnahme der gesamten Erde berichten können. Dem ersten Aufsatz lag der erste Band der neu gegründeten Reihe der „Researches“ zugrunde. Nunmehr ist der zweite Band erschienen, und es lohnt sich wohl, die Fortschritte des großen Werkes zu verfolgen.

Auch der zweite Band befaßt sich nur mit den auf Land gewonnenen Werten. Obwohl der Bericht diesmal nur 3 Jahre gegen 5 damals umfaßt, ist doch wieder an rund tausend neuen Punkten gemessen worden. Sie dehnen sich über alle Weltteile aus und zahlreiche Inseln im Atlantischen, Indischen und Stillen Weltmeer. In Zusammenarbeit damit stand die Austral-Asiatische Expedition in die Antarktis. Hauptsächlich sind aber Australien, Südamerika und Afrika bereist worden. Eine der großartigsten dieser,

und wohl aller geographischen Reisen überhaupt, war *Berkys* Durchquerung des afrikanischen Festlands von Marokko, Algerien durch die Sahara über Timbuktu nach Neuguinea. Der umfangreiche Bericht gewährt eine tiefe Einsicht in die politischen und Kulturverhältnisse der durchstreiften Länder. Außerdem wurde in Afrika noch im Sudan, Tunis, Sierra Leone und Ägypten beobachtet.

In Australien finden wir vor allem die Durchquerung des ganzen Festlands von Süden nach Norden durch *Kidson*, der damit einen Plan in die Tat umsetzte, den rund 60 Jahre zuvor schon unser *Georg Neumayer* entworfen hatte, der aber damals nur zu einer guten Vermessung von Süd-Viktoria gelangen konnte. Auf dieser Fahrt, die von Mai bis September dauerte, wurden 39 magnetische Stationen erledigt, natürlich einschließlich der astronomischen Ortsbestimmungen; waren doch die meisten Punkte in der freien Wüste gelegen. In Nordwest-Australien und in Queensland arbeitete *F. Brown* im Anschluß und unter der Oberleitung von *Kidson*.

C. K. Edmunds hat in sieben verschiedenen Expeditionen, nur unter Benutzung seines Urlaubs, die Vermessung von China gefördert. Es liegen jetzt hier an hundert Stationen vor. Sie dringen nicht nur tief ins Inland ein, sondern erstrecken sich auch auf Französisch-China.

Eine groß angelegte und durchgeführte Reise war auch jene von *H. M. W. Edmonds* durch Canada an die Hudsonbai; auch hier gibt der Reisebericht wertvolle Mitteilungen über die Kultur des Landes. In Südamerika wurden die Länder Peru, Ecuador, Panama, Venezuela, Columbia, Brasilien, Britisch-Guyana, Bolivien und Chile bereist. Eine Anzahl Punkte kamen auch in der europäischen und der asiatischen Türkei zur Erledigung.

Die, wie gesagt, allgemein interessierenden Berichte werden wieder durch einige wohlgelungene Photographien ergänzt. Aus ihnen erhellt besonders einleuchtend, wie verschiedenartig die äußeren Bedingungen waren, unter denen die Messungen durchgeführt werden mußten. Die erhaltenen Zahlenwerte sind in Tabellen übersichtlich zusammengestellt und stehen so, kurze Zeit nach ihrer Beobachtung, allen Fachleuten zur Verfügung.

Nun enthält aber der Band noch eine Anzahl Sonderbeigaben von Wert. So werden wieder einige neuere Instrumententypen beschrieben und in Abbildungen vorgeführt, darunter besonders Reise-Erdinduktoren, was für uns deshalb von besonderem Interesse ist, weil seither Potsdam hierin ein gewisses Monopol besaß. Die Möglichkeit, seine Instrumente selbst zu bauen, verdankt die Carnegie-Institution dem Umstand, daß sie jetzt eine eigene Werkstätte besitzt. Sie ist in dem neuerrichteten Forschungsgebäude untergebracht, dessen Beschreibung und Baupläne ebenfalls in dem vorliegenden Band veröffentlicht werden. Auch ein Reisebericht des Direktors selbst ist hier zu erwähnen; er geleitet unter großen Schwierigkeiten von Washington nach der samoanischen Insel Manua, wo die Einwirkung einer totalen Sonnenfinsternis auf die erdmagnetischen Variationen studiert werden sollte.

Den wichtigsten Teil aber des ganzen Werks stellt die kritische Zusammenstellung der Vergleichsbeobachtungen dar, welche von den verschiedenen Beobachtern jedesmal vorgenommen wurden, wenn sie bei ihren Reisen magnetische Observatorien besuchten.

Dadurch besitzen wir nun endlich Vergleiche zwischen etwa 30 Instituten und gewinnen damit ein Urteil über die Genauigkeit, mit der die erdmagnetischen Elemente auf der Erde gemessen werden. Vor allem aber wird es erst durch diese Vergleichsmessungen ermöglicht, die verschiedenen magnetischen Aufnahmen einzelner Länder unter einen Hut zu bringen und erreicht, daß sich die Arbeiten aller Staaten ineinander einfügen, ohne daß die politischen Grenzen das Gesamtbild stören.

Zahlenmäßig prägt sich dies Ergebnis in Gestalt von Korrekturen aus des betreffenden Observatoriumswerts gegen einen Normalwert, den *Bauer* den „Internationalen Standard“ benennt. Das Magnetische Observatorium der amerikanischen Coast and Geodetic Survey zu Cheltenham im Staate Maryland und das deutsche Observatorium bei Potsdam geben fast unmittelbar den internationalen Standard, was den Anschluß an diesen Normalwert in der Praxis sehr erleichtert. Auch das englische Observatorium in Kew weicht, wenigstens in dem empfindlichsten erdmagnetischen Element, der Horizontalintensität, hier wenig ab, so daß die großen erdmagnetischen Arbeitszentren in befriedigender Übereinstimmung zueinander stehen.

Dem Eingeweihten ist die Vorzüglichkeit des gesamten Arbeitsplans der erdmagnetischen Abteilung der Carnegie-Institution zur Genüge bekannt; aber auch der Fernerstehende wird aus den in dieser Zeitschrift bisher gegebenen Besprechungen erkennen, daß eine so umfang- und kostenreiche Arbeit nicht ohne ein entsprechend wichtiges Endziel zur Durchführung gebracht werden wird. Es besteht darin, endlich nach 80 Jahren der berühmten Gaußschen Theorie vom Erdmagnetismus die notwendige ausreichende Beobachtungsunterlage zu geben, ohne die sie nicht weiterarbeiten kann, d. h. ohne die unsere Erkenntnis vom Wesen des Erdmagnetismus nicht vorwärts kommen kann. Es wäre aber falsch, zu meinen, neben dieser Vermessung der Erde hätten magnetische Aufnahmen der kleineren Arbeitszentren eine untergeordnete Bedeutung; dies entspräche am wenigsten der Ansicht der Carnegie-Institution. Es gibt eine Fülle von Fragen, die ein weit dichteres Netz von Stationen verlangen, als es die Carnegie-Institution durchführen kann. Aber sie alle gewinnen erst durch eine Vermessung der ganzen Erde ihr natürliches Fundament.

A. Nippoldt, Potsdam.

Tschermak, G., Lehrbuch der Mineralogie. 7. verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von *F. Becke*. Wien und Leipzig, Alfred Hölder, 1915. XII, 738 S., 960 Abbild. und 2 Tafeln. Preis M. 19,50.

Die vorliegende neue Auflage des bekannten Tschermakschen Lehrbuches enthält alle Vorzüge der früheren Ausgaben; die Klarheit der Darlegung, die lebendige und leichtfaßliche Sprache, die objektive, auf Fortschritte der physikalischen und chemischen Hilfswissenschaften Rücksicht nehmende Auswahl des abgehandelten Stoffes haben dem Buche von jeher eine solche Beliebtheit und Wertschätzung von seiten der Lehrer wie der Studierenden gesichert, daß es eigentlich müßig erscheint, diese Vorzüge noch besonders hervorzuheben. Im allgemeinen Teil werden Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie sowie die Lagerungs- und Entwicklungslehre einzeln dargestellt, die Eigenschaften und Veränderungen, also gewissermaßen die Physiologie der Minerale behandelt; gleichzeitig sind die üblichen Bezeichnungen und Kunst-

ausdrücke, also die Terminologie, darin eingeschlossen. Der spezielle Teil enthält die Physiographie, die Beschreibung der Minerale; der Gattungs- und Artenbegriff ist streng durchgeführt; die Gattung wird als Inbegriff aller Minerale, welche in Zusammensetzung und Kristallisation übereinstimmen, die Arten als diejenigen Minerale innerhalb der Gattung definiert, welche gleiche Bildungsweise erkennen lassen. So sind z. B. Amethyst und Porphy Quarz Arten der Gattung Quarz, vulkanischer Eisenglanz und roter Glaskopf Arten der Gattung Hämatit usw. Die sonst dafür gebräuchlichen Bezeichnungen „Spezies“ und „Varietäten“ werden so durch Begriffe ersetzt, welche den seit jeher üblichen Einteilungsprinzipien in den anderen Teilen der beschreibenden Naturgeschichte entsprechen. Im einzelnen ist die neue Auflage gegen die vorhergehende nicht allzu verschieden; im Abschnitt Kristallographie ist das Kapitel über Berechnung der Kristalle mit Rücksicht auf die zahlreichen Spezialarbeiten über diesen Gegenstand weggefallen, es wird ja doch die besondere Aufgabe des mineralogischen Praktikums, nicht eines allgemeinen Lehrbuchs, sein, den Studierenden in die Grundzüge der Berechnung von Kristallwinkeln an Hand der Projektionen einzuführen. Es wird künftighin sich empfehlen, auch der gnomonischen Projektion bei Besprechung der Kristallprojektionen zu gedenken: Referent ist der Ansicht, daß dieselbe bei der Kristallmessung und Symbolbestimmung vermöge der überaus einfachen Darstellung der Zonenverbände durch Geraden usw. berufen ist, neben anderen Projektionsarten, insbesondere der stereographischen, weitgehend benutzt zu werden. In den Kapiteln über Mineralphysik sind gelegentlich Verbesserungen und Kürzungen zu bemerken, desgl. wichtige Ergänzungen, z. B. durch Aufnahme der neuesten Arbeiten über Interferenz der Röntgenstrahlen in kristallinen Medien (v. Laue). Mit der Erklärung der Farben trüber Medien, welche S. 199 gegeben ist, kann Referent nicht ganz einverstanden sein; das Tyndallsche Phänomen an trüben Medien wie Opal, Chaledon usw. ist nur als Beugungserscheinung des Lichtes zu verstehen, und eine Hilfsvorstellung wie „eine eigentümliche auswählende Reflexion“ ist geeignet, den Studierenden auf unrichtige Vermutungen zu führen.

Sehr zu begrüßen ist die Erweiterung des mineralchemischen Teils, welcher eine kurze Darstellung der einfachsten Ergebnisse der physikalisch-chemischen Forschung auf dem Gebiet der Phasenlehre enthält und den Studierenden anregt, diesen wichtigen und vielversprechenden Zweig der experimentellen Mineralogie kennen zu lernen. Es konnte natürlich im Umfang eines Lehrbuchs nicht eine eingehende Darstellung dieses Stoffes in der Absicht des Bearbeiters liegen, doch wurden die Nutzanwendungen der Zustandsdiagramme z. B. auf die Deutung der Schmelzerscheinungen bei Mischkristallen und auf synthetische Untersuchungen dargelegt; eine Besprechung des van't Hoff'schen Carnallitdiagrammes sowie der bei Eindampfung des Meerwassers möglichen Paragenesen (S. 686 f.) führt den Leser in das wichtige und hochinteressante Gebiet der Bildung der Steinsalzlagstätten ein. Es sei jedoch einer sachlichen Bemerkung Raum verstattet: Referent ist der Überzeugung, daß die Ergebnisse der physikalischen Chemie auf dem Gebiet der experimentellen Mineralogie bereits so grundlegende Wichtigkeit erlangt haben, daß ein Abschnitt über diese Disziplin auch in einem elementaren Lehrbuch nicht allein „nicht zu

umgehen“ ist — wie *Becke* im Vorwort dieses Werkes meint —, sondern künftighin stets als unbedingt notwendig den Lehrstoff erweitern und das Verständnis für die Genesis der Minerale vertiefen soll. Es wäre deshalb auch nur von Vorteil gewesen, wenn z. B. einige der vorzüglichen neuesten Daten der Schmelzpunkte wichtiger Silikate aufgenommen wären; Referent muß daher auch die Angaben der veralteten ungenauen Mineralschmelzpunkte auf S. 268 sowie die Wiedergabe der alten unrichtigen Form des neuerdings berichtigten CaO-SiO_2 -Diagramms aufrichtig bedauern. Es hätten auch sehr wohl die vorzüglichen neuen Daten der Schmelzpunkte in der Plagioklasreihe (nach *N. L. Bowen* 1913), welche sehr instruktiv die *L*- und *s*-Kurven dieser Mischkristalle veranschaulichen, aufgenommen werden können, anstatt dessen sind aber nur die älteren Zahlen von *Day* und *Allen* (1905) angeführt.

In den Abschnitten Topik, Minerogenie und Klassifikation ist im wesentlichen nichts geändert. Im systematisch-physiographischen Teile des Buches ist vor allem das Fortfallen der ehemals zahlreichen Literaturzitate am Schluß der Einzeldarstellungen zu bemerken. Es wurde mit Recht angenommen, daß der Leser, wenn er Ausführlicheres über spezielle Eigenschaften, Vorkommnisse usw. eines Minerals erfahren will, zu einem der großen Handbücher, z. B. zu dem Hintz'schen Sammelwerke greift und daselbst auch die Zitate der in der Literatur zerstreuten Einzelarbeiten finden wird; durch diese Beschränkung ist der Charakter des Buches als Unterrichtswerk auch äußerlich besser gewahrt.

Der Studierende wird das Tschermak'sche Lehrbuch beim Nacharbeiten des Vorlesungsstoffes jederzeit besonders gerne zu Rate ziehen, aber auch jedem „stillen Liebhaber“ unserer schönen mineralogischen Wissenschaft ist das Buch zum Selbstunterricht immer wieder aufs wärmste zu empfehlen.

W. Eitel, Frankfurt a. M.

Liesegang, R. E., Die Achate. Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff, 1915. 122 S. und 60 Abbild. Preis geh. M. 4,80, geb. M. 5,80.

Es liegt eine Monographie über die Beschaffenheit der Achate im Anschluß an namentlich vom Verfasser ausgeführte synthetische Versuche vor. Insbesondere wird auch die ältere Literatur berücksichtigt, von welcher die Ausführungen *C. Collinis* (1776) und *D. Gergens'* (1858) den jetzigen Liesegang'schen Anschauungen oft bemerkenswert nahe kommen. Schon im Jahre 1789 wurde erkannt, daß die Achate nachträgliche Ausfüllungen von Blasenräumen eines dickflüssigen Melaphyrmagmas darstellen. Auch nahm man schon lange allgemein an, daß kieselsäurehaltige wässrige Lösungen das Material der Ausfüllung herbeischafften. Die Art „wie?“ war aber lange Zeit unklar. Der Verfasser hat die alte Haidingersche „Durchschwitzungstheorie“ (1849) wieder aufgegriffen, nur mit der Änderung, daß er die Achatsubstanz in vielen Fällen als ursprünglich *gallertartig* betrachtet. In die Gallerte diffundieren Stoffe, besonders Eisensalze, aus dem Gestein ein, und durch chemische Reaktion entstehen rhythmische Fällungen. Seit 1898 stellte der Verfasser in vielfach modifizierter Weise ähnliche Gebilde aus Gelatine und wasserlöslichen Salzen (z. B. Bichromaten und Silbernitrat) her. Die Liesegang'sche Entdeckung der *rhythmischen Fällung in gallertartigen Medien*, die auch auf viele verwandte Gebiete Anwendung gefunden hat, dürfte den Lesern

dieser Zeitschrift bekannt sein. Allerdings betont der Verfasser ausdrücklich, daß die Theorie der Diffusion und rhythmischen Fällung in Kieselgallerte nur für die Erklärung einer kleinen Zahl von Achatvarietäten restlos gültig ist. Solche Achate, mit konzentrischer Bänderung, nennt er *Festungsachate*. Eine deutlich sichtbare Bänderung entsteht meist erst durch künstliche Färbung. Nachträglich entstand (unter Schrumpfung, daher der Hohlraum im Innern mancher Achate) aus der Gallerte Chalcedon, Quarz oder, seltener, Opal. Bezüglich dieser Kristallisationsvorgänge bleiben noch viele Fragen offen.

Das zweite Kapitel behandelt die *Färbungen der Achate*. Meist handelt es sich um hydratische oder wasserfreie Eisenoxyde, die mannigfache braune, gelbe und rote Farben im Achat hervorrufen können. Die chemische Ursache besonders der blauen Farben ist noch unentschieden. Die vielfachen *künstlichen* Färbungen des Achats durch Imprägnation (Einlegen in Säuren, Laugen und Farblösungen, mit oder ohne nachträgliche Brennung) sind durch ihre Verdeutlichung der inneren Struktur (Porosität) des Achatmaterials von Interesse; nur bestimmte kristalline Schichten nehmen den Farbstoff auf, der Opal ist unfärbbar.

Den *Moosachaten* wird das dritte Kapitel gewidmet. Es ist auffällig, zu erfahren, wie *Collini* schon 1776 richtig erkannte, daß diese Bildungen rein anorganischer Natur sind, während dann bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts fast allgemein das Vorhandensein von Pflanzenresten in diesen Achaten angenommen wurde. Im Jahre 1858 konnte aber *D. Gergens* die Moosachatstruktur durch Einbringen von Eisenvitriolkristallen in eine Wasserglaslösung nachahmen, und ähnliche Versuche stammen neuerdings von *Liesegang*. Die Struktur des Moosachats ist danach in einer *flüssigen* Füllung der Gesteinshohlräume entstanden, nicht durch Diffusion in einer Gallerte, wie bei den „Festungsachaten“. Werden die mit Chalcedonsubstanz oder Eisenhydroxyd gefüllten Röhren des Moosachats gröber, so verschwindet die im Namen ausgedrückte Ähnlichkeit mit organischen Gewächsen, die Entstehung (in einem *flüssigen* Medium) bleibt aber dieselbe. Andere Röhrenachate zeigen die Bänderung des Festungsachats unabhängig von den Röhren, letztere müssen hier somit die *jüngeren* Bildungen, in einem *gallertartigen* oder schon festen Medium, sein. Der Verfasser kann die Entstehung dieser Röhren nicht erklären. Wieder andere „Röhren“ im Achat sind durch die Schrumpfung der Gallerte beim Altern entstanden.

Für einen anderen Typus der Achate, denjenigen mit *geradliniger* (nicht konzentrischer) Bänderung nimmt der Verfasser eine durch Schwerkraft bedingte Sedimentation von Kieselsäure aus einer wässerigen Silikatlösung an. Allerdings können auch Diffusionsvorgänge eine horizontale Bänderung herbeiführen.

Die *dendritischen* Bildungen in den „*Mokkasteinen*“ sind erst auf Klüften im festen Stein entstanden, haben also mit dem Moosachat trotz der äußeren Ähnlichkeit nichts zu tun. — *Trümmerachate* (besonders von Schlottwitz in Sachsen) sind nichts anderes als durch Gebirgsdruck entstandene Breccien. Manchmal sind die Verwerfungen in der Achatbänderung wie in den Gelatinenachahmen nur scheinbar, sie werden durch ursprüngliche Unterbrechungen der rhythmischen Fällung hervorgerufen.

Bei der oberflächlichen *Verwitterung* der Achate zeigt sich deutlich die verschiedene Widerstandsfähigkeit der einzelnen Lagen.

In einem letzten, als „*Problematica*“ bezeichneten Kapitel bespricht der Verfasser eine Anzahl ungelöster Fragen der Achatbeschaffenheit, so die Natur der „Einflußkanäle“ und der Röhren („*Schlußkanäle*“ nennt sie der Verfasser), besondere Pigmentverteilungen, Gitterbildungen und einiges mehr. —

Die Schrift nimmt auf physikalische Gesichtspunkte wenig Rücksicht, so werden z. B. Diffusion und kapillare Flüssigkeitsbewegung verwechselt; quantitative Betrachtungsweisen fehlen nahezu ganz¹⁾. Diese letztere Bemerkung nur, um den allgemeinen Charakter der Arbeit zu kennzeichnen.

H. E. Bocke, Frankfurt a. M.

Henning, F., Die Grundlagen, Methoden und Ergebnisse der Temperaturmessung. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1915. IX, 297 S. und 41 Abbildungen. Preis geb. M. 9.—, geb. M. 10.—.

Obleich die Temperatur fast alle Vorgänge der belebten und unbelebten Natur beeinflußt, ist doch das Thermometer bis in die neuere Zeit das Stiefkind der messenden Naturforscher gewesen. Noch zu einer Zeit, als die elektrische Meßkunst bereits den Kinderschuhen zu entwachsen begann, begnügte sich der Physiker meist damit, sein Thermometer von einem Glaskünstler von Ruf zu kaufen und dabei die Versicherung zu empfangen, daß das Thermometer richtig sei; wie der Glaskünstler die Richtigkeit des Instruments feststellte, welches seine Temperaturskala war, darüber machte man sich wenig Sorge.

Dieser Zustand kann heute für den Physiker, den Meteorologen und den Physikochemiker als überwunden gelten. Nicht so für den Chemiker, der namentlich da, wo es sich um die Messung höherer Temperaturen handelt, seine thermometrische Wissenschaftlichkeit meist vollständig der Apparatenhandlung verschreibt, bei der er seine Allihnschen, Kahlbaumschen und anderen Thermometersätze auf Treu und Glauben an ihre Richtigkeit kauft. Das ungeheure Zahlenmaterial, das von dieser Seite in bezug auf Schmelzpunkte, Siedepunkte u. a. m. der mannigfaltigsten Substanzen geliefert ist, ist leider zu einem großen Teil nur mit äußerster Vorsicht zu benutzen.

Und was soll man von anderen Wissenschaftszweigen sagen? Statt aller Antwort nur ein Beispiel. Alljährlich verlassen Millionen von Fieberthermometern die thüringischen Produktionsstätten, aber nur ein ganz geringer Bruchteil, nur etwa 5 %, passiert die Kritik der amtlichen Prüfung. Berücksichtigt man, daß von den zur amtlichen Prüfung eingereichten Instrumenten, die sicherlich doch schon mehrfach gesiebt sind, noch ein hoher Prozentsatz, bis zu 20 % und mehr, als unzulässig ausscheidet, so kann man ermessen, wieviel minderwertiges Material in den Verkehr gelangt, zum Schaden der damit behandelten Kranken.

Die thermometrische Wissenschaft steht heute im Deutschen Reiche in hoher Blüte. Das vorliegende Buch eines Verfassers, der selbst am Ausbau dieser Wissenschaft einen hervorragenden Anteil genommen hat, stellt den Niederschlag unseres Wissens und Könnens auf diesem Gebiete dar.

Der Verfasser erörtert zunächst die Grundlagen der

¹⁾ Die gesetzmäßige Zunahme der Bänderabstände bei fortschreitender Diffusion in den künstlichen Gallerten, die sich bei vielen Festungsachaten, wenn auch mit häufigen Störungen, ebenfalls zeigt (vgl. z. B. die Abbildung eines Obersteiner Achats, Fig. 45, S. 93 bei *Liesegang*), ladet zu einer quantitativen Behandlung der Frage geradezu ein. Ref.

Temperaturmessung, die gebräuchlichen gasthermometrischen Temperaturskalen und ihre Verwirklichung sowie die auf theoretischen Erwägungen aufgebaute thermodynamische Skala. Aus den Zahlenangaben erkennt man, daß der Unterschied zwischen diesen Skalen praktisch in den meisten Fällen nicht sehr ins Gewicht fällt.

Bei sekundären Thermometern, die das schwer zu handhabende Gasthermometer im praktischen Gebrauch zu ersetzen bestimmt sind und an dieses zur Vergleichung angeschlossen werden müssen, unterscheidet der Verfasser die Flüssigkeitsthermometer, die Widerstandsthermometer und die Thermolemente. Unter den Flüssigkeitsthermometern steht wiederum das von -40 bis $+700^{\circ}$ benutzbare Quecksilberthermometer, sowohl hinsichtlich seiner Verbreitung wie seiner Handlichkeit und Bequemlichkeit obenan. Noch weiter ausgedehnt ist der Meßbereich der Widerstandsthermometer, insbesondere der aus Platindrähten gewickelten. Diese Thermometer sind von vielen den Quecksilberthermometern anhaftenden Mängeln frei und darum so recht zur Verkörperung der gasthermometrischen bzw. thermodynamischen Skala innerhalb ihres gesamten Verwendungsbereiches, etwa -200 bis $+1000^{\circ}$, geeignet. Noch höher hinauf brauchbar, bis etwa 1600° , sind die Thermolemente, unter ihnen das am meisten erprobte und auch verbreitete aus Platin und der 10 prozentigen Platin-Rhodium-Legierung gebildete.

Einen breiten Raum nimmt in dem Buche die Strahlungsphysik ein. Ausgehend von den der Methode zugrunde liegenden Gesetzen, dem Kirchhoffschen, dem Stefan-Boltzmannschen, dem Wienschen Verschiebungsgesetz und den Strahlungsgleichungen von Wien und Planck, bespricht der Verfasser die praktische Ausführung der Messungen und die dazu in Verwendung stehenden Apparate. Hieran schließt sich die Erörterung des Unterschiedes zwischen schwarzer und nicht-schwarzer Strahlung und der Bestimmung der Temperatur verschiedener leuchtender Körper.

Von wesentlicher Bedeutung für thermometrische Arbeiten ist die Herstellung konstanter Temperaturen einerseits in der Form von Bädern, in denen man die Vergleichung gleichwertiger Thermometer oder geringerwertiger mit höherwertigen, die eigentliche Eichung, vornimmt; andererseits in der Form von Schmelz- und Siedepunkten, die zur Ermittlung der Fundamentalpunkte von Thermometern dienen. In weitesten Kreisen bekannt ist die Verwendung des Eisschmelzpunktes und Wassersiedepunktes zu diesem Zwecke. Die Widerstandsthermometrie hat den Siedepunkten von Naphthalin (218°), Benzophenon (306°) und namentlich von Schwefel ($444,5^{\circ}$) zu ganz besonderer Bedeutung verholfen. Andere Fixpunkte zur Reproduktion der thermodynamischen Skala sind die Schmelzpunkte von Zinn ($231,8^{\circ}$), Cadmium ($320,9^{\circ}$), Blei ($327,3^{\circ}$), Zink ($419,4^{\circ}$), Antimon (630°), Gold (1063°) und Kupfer (1083°), von denen die höherliegenden für die Thermometrie der Thermolemente von Bedeutung sind.

Im Anhang gibt der Verfasser eine Reihe für die thermometrischen Untersuchungen brauchbarer Tabellen.

Überschaun wir das Werk im ganzen, so erkennen wir, daß es eine wertvolle Bereicherung der deutschen Fachliteratur darstellt. Sorgfältig durchgearbeitet hat es, dank seiner überall klaren Darstellung, eine weit über das Fachinteresse hinausgehende Bedeutung. Auch der Fernerstehende wird aus dem Buche reiche Belehrung schöpfen.

K. Schcel, Berlin-Dahlem.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Die Huibhochfläche in Südwestafrika.

In der Sitzung vom 24. Januar berichtete Herr Prof. Dr. Moritz (Berlin) über seine Forschungen auf der *Huibhochfläche in Südwestafrika*.

Die Huibhochfläche wurde 1911 und 1912 von dem Vortragenden eingehend untersucht, nachdem er 1909 das Nachbargebiet, die Tirashochfläche, bereist und kartographisch aufgenommen hatte.

Beide Landschaften sind ein Teil des Tafelbergsystems von Groß-Namaland und waren bis vor einigen Jahren unbekannt. Die beispiellose Steinbedeckung mit oft glatten, öglänzenden, runden Geröllen, sowie die zahlreichen Klüfte und Schluchten, vor allem aber der Wassermangel setzen einer Bereisung dieses Geländes große Schwierigkeiten entgegen. Die Erforschung durch größere Expeditionen ist geradezu ausgeschlossen, da diese nur in den Tälern fortkommen können. Vortragender ist daher allein mit einigen Hottentotten und stets zu Fuß gereist; er hat dadurch erreicht, daß etwa 20 bis dahin unbekannte Wasserstellen festgestellt wurden, die ständige Wasservorkommen sind, darunter auch Kanis, der Versteckplatz des berühmten Bethanienkapitäns Cornelius im Hottentottenaufstand 1905/6. Durch zahlreiche Höhenmessungen konnten die bisherigen Höhenangaben verbessert werden, wodurch für die Gefällsverhältnisse und dementsprechend für die Bewässerungsmöglichkeiten wichtige Anhaltspunkte gewonnen wurden. So stellte sich z. B. heraus, daß Bethanien nicht, wie bisher angenommen wurde, etwa 935 m hoch liegt, sondern zwischen 992 und 1014 m.

Die Hochfläche fällt mit einem Steilrand von 400 bis 500 m Höhe zur Namibwüste ab und senkt sich nach O und SO zum Konkib. Östlich davon steigt aus dieser Niederung ein zweites Plateau steil empor, die Hanamihochfläche, etwas niedriger als die vorliegende Stufe und gleichfalls nach O geneigt.

Beide Steilränder bezeichnen den Verlauf zweier von NW nach SO gerichteten Bruchlinien. Wegen des Absinkens der westlichen Scholle längs des Randes der Hanamihochfläche hat man früher die Niederung des Konkib irrtümlich als einen „Graben“ bezeichnet.

Die Huibhochfläche baut sich auf dem oft stark gefalteten abradierten Urgebirge aus Schichten der älteren Namaformation auf. Das wichtigste Gestein derselben ist der Quarzit, eine aus Dünen sand entstandene Landbildung, die beweist, daß schon damals, im ältesten Paläozoikum, hier ein Wüstenklima geherrscht haben muß. Die Abrasionsfläche des Urgebirges ist durch Sanderosion abgescheuert. Das Deckgestein des Quarzits ist unter normalen Verhältnissen Kalkstein, der als Schwarzkalk oder als olivengrüner Kalkstein entwickelt ist. In der Hanamihochfläche tritt noch Ton-schiefer als wichtigstes Formationsglied hinzu. Je nach der Zusammensetzung und Lagerung dieser Gesteine ergeben sich verschiedene Arten von Tafelbergen, jenen charakteristischen Formen der Landschaft, deren Entstehung bedingt ist durch die horizontale Lagerung, den vertikalen Abfall des Hanges und den Mangel an Vegetation. Man kann deutlich drei verschiedene Typen unterscheiden, die so auffallend sind, daß sie schon die Aufmerksamkeit älterer Reisender, u. a. des rheinischen Missionars Knudsen im Jahre 1842 erregten. Der erste Typus von Pyramiden- oder Sargdeckel-ähnlicher Gestalt ist aus einer einzigen Gesteinsart, hauptsächlich aus Quarzit aufgebaut. Bei dem zweiten Typus besteht die Hauptform aus mehreren Gesteinen in Wechsellagerung. Maßgebend ist hier zumeist der

Schiefer. Der dritte Typus weist vorwiegend Kalkstein auf, der sich über einem Unterbau von Quarzitschiefer erhebt. Am Westrand des Hanamiplateaus gesellt sich ein vierter Typus hinzu, der sich durch eine dachförmige Abschragung auszeichnet, die mit Vegetation bewachsen ist.

Sehr stark ist der Einfluß der Sonnenstrahlung. Beim schwarzen Kalkstein konnte eine Erhitzung bis zu 81°, beim Quarzit auf 68°, im Sand der Riviere bis 61° festgestellt werden.

Obwohl die Huibhochfläche ein ausgesprochenes Trockengebiet ist und die Natur viele Züge des Wüstencharakters aufweist, können doch nicht alle Vorgänge durch die dem Wüstenklima eigentümlichen Kräfte allein erklärt werden, vielmehr sind auch diejenigen des Wassers formbildend gewesen. Der Konkib z. B., ein Trockenfluß, dessen Verlauf der Reisende 250 km weit kartographisch festlegte, muß einst wasserreich gewesen sein, wie sich aus der Verbreitung gewisser Gerölle weit abseits der jetzigen Flußrinne und hoch über dem Niveau derselben ergibt. Auch findet man häufig in Tälern einen Wechsel von Prallstellen und Gleithang, was auf Flußtätigkeit hindeutet.

Die heutige Wasserarmut ist eine Folge des ariden Klimas. Trotzdem entbehrt die Hochfläche des belebenden Elements nicht; nur ist das Wasser nicht oberirdisch vorhanden. Die vom Vortragenden aufgefundenen Wasservorkommen sind teils offen, teils Grabwasser in geringer Tiefe unter der Oberfläche. Gewöhnlich lassen sich solche Grabwasserstellen durch einen dichten Busch von hohen Binsen erkennen. Der Vortragende fand in ihnen Fische bis zu 25 cm Länge, Frösche und Krebse, deren Vorkommen in dem wasserdurchtränkten Sand höchst seltsam ist. Quellen sind selten und meist an Verwerfungsspalten gebunden.

Große Wassermassen gehen in der Zeit der sommerlichen Regen, falls solche eintreten, hernieder, laufen ungenützt fort und versiegen schließlich im Sand der Riviere. Der Konkib floß 1912 viermal und zu einer Zeit bei Bethanien 8 Tage lang mit einer Geschwindigkeit von 2 m pro Sekunde. Das Rivier führte damals 5½ Millionen Kubikmeter, im ganzen 7½ Millionen Kubikmeter Wasser zu Tale.

Da auch die Hochfläche keineswegs so öde ist, wie sie mit ihren Steinfeldern aussieht, auf denen reichlicher Graswuchs dem Kleinvieh eine willkommene Weide bietet, ist sie wirtschaftlich nicht ohne Bedeutung. Einstweilen gibt es Siedlungen nur am Rande und in dem großen Tale der Aar, das seit Jahren als Durchgangsstraße von Aus nach dem Innern diente, wenn der Baiweg über Schakalskuppe und Kubis, an dem jetzt die Südbahn entlang führt, aus Mangel an Wasser und Weide nicht benutzt werden konnte.

Zurzeit ist also die Hochfläche menschenleer, denn der ursprüngliche Bewohner, der Buschmann mit seinen vergifteten Pfeilen, gehört schon der Tradition an. Er ist durch die Hottentotten ausgerottet worden. Nur einmal stöberte der Vortragende an einer einsamen Stelle eine kleine Gesellschaft dieser Ausgestoßenen auf; dafür leben einzelne Individuen unfreiwillig auf den benachbarten Polizeistationen; sie machten sich dem Reisenden, der sie mehrfach ins Gelände mitnahm, durch ihre Ortskenntnis nützlich. Auf der ganzen Huibhochfläche dürfte höchstens noch ein Dutzend leben.

Der Anfang zu einer wirtschaftlichen Ausnützung günstiger Wasser- und Bodenverhältnisse in größerem Maßstabe sollte in Bethanien gemacht werden durch An-

lage eines Staudammes zur Berieselung der dortigen Niederung; der Ausbruch des Krieges hat aber die Ausführung verhindert.

Reisen in Deutsch-Ostafrika.

In der Sitzung vom 5. Februar berichtete Professor *Gürich* (Hamburg) über seine Reisen in Deutsch-Ostafrika, die zum Zweck der genaueren Untersuchung einiger Fossilfundstätten unternommen wurden, an die sich wichtige Probleme knüpfen. Professor *Katwinkel* hatte nämlich im nördlichen Teil des Schutzgebietes den Mittelfußknochen eines dreizehigen Pferdes gefunden. Nach Abschluß seiner Arbeiten am Tendarura, wo er die Ausgrabung der bekannten Riesen-Saurier-Knochen leitete, ging dann Dr. *Reck* diesen Katwinkelschen Funden nach und entdeckte in der Olduwaischlucht, nordwestlich des Riesenkraters Ngorongoro, eine reiche Fauna in vulkanischen Tuffschichten, die durch Erosion angeschnitten sind. Grobe abgerollte Flußschotter, die den Schichten eingelagert sind, weisen darauf hin, daß in der jetzigen trockenen Steppe früher ein feuchteres Klima geherrscht haben muß. Dr. *Reck* fand hier ein menschliches Skelett, das zu den ältesten bekannten Menschenresten gehören dürfte, wenn es von gleichem Alter ist wie die fossilen Säugetierknochen. Aber während die letzteren nur vereinzelt vorkommen, ist das Menschenskelett vollständig erhalten und befindet sich in einer Lage, die der Vermutung Raum gibt, daß es möglicherweise durch nachträgliche Bestattung, also durch einen Zufall in die Schichten mit den Knochen geraten sein könnte.

Die Reisen des Vortragenden wurden durch den Ausbruch des Krieges stark beeinträchtigt. Es gelang ihm nicht, sein eigentliches Ziel, die Serengetisteppe nördlich des Ejassisees, zu erreichen, sondern er konnte nur einige Glimmer- und Erzvorkommen im Usambaragebirge aufsuchen. Dann mußte er von Tanga aus südwärts über Dar-es-Salam immer längs der Küste bis zur portugiesischen Grenze ziehen. Von dem portugiesischen Dampfer, der ihn in die Heimat tragen sollte, holten die britischen Behörden ihn jedoch in Kapstadt herunter, und erst nach halbjährigem Aufenthalt in dem Konzentrationslager zu Pietermaritzburg wurde er schließlich freigelassen.

O. Baschin.

Physikalische und technische Mitteilungen.

Glüh- und Härteöfen mit Oberflächenverbrennung. In die bisher allgemein verwendeten Glüh- und Härteöfen oder Einsatzöfen muß das Brennstoffgemisch bei Verwendung gasförmiger oder flüssiger Brennstoffe durch Düsen eingeblasen werden; Anzahl und Querschnitt der Düsen richten sich nach der Größe des Ofens und dem verlangten Wärmearaufwand. Nur hierdurch war eine einigermaßen gleichmäßige Hitze zu erzielen. (Die unmittelbar befeuerten Öfen haben im allgemeinen den Anforderungen an hohe und gleichmäßige Temperaturen am wenigsten entsprochen.) Bei den mit Gas oder Öl geheizten Öfen wird das Brennstoffluftgemisch meist mit erheblichem Druck (700 bis 1000 mm Wassersäule) in den Ofen geblasen, womit nicht unerhebliche Wärme- und Kraftverluste verbunden sind. Ferner muß bei allen diesen Öfen mit verhältnismäßig hohem Luftüberschuß gearbeitet werden, die überschüssigen Luftmengen werden zwecklos auf

die Verbrennungstemperatur miterhitzt, so daß die erreichbare Höchsttemperatur meist erheblich hinter dem theoretisch errechneten Höchstwert zurückbleibt. Eine schädliche Wirkung des Luftüberschusses ist ferner der dadurch hervorgerufene Zunder auf den zu glühenden und zu härtenden Materialien; er läßt sich zwar durch Anwendung einer geschlossenen Muffel zum Teil beseitigen, die Muffel bringt aber wieder andere Nachteile mit sich. Hier sind daher Öfen mit Oberflächenverbrennung am Platze.

Durch die Oberflächenverbrennung wird ein Gemisch aus Gas und Luft oder aus vergastem Heizöl und Luft in einen mit Stücken aus besonders feuerfestem Material gefüllten Raum eingeblasen und dort flammenlos fast vollkommen ohne einen nennenswerten Luftüberschuß verbrannt. Infolgedessen werden hierbei Temperaturen erzielt, die die mit einer gewöhnlichen Feuerung erreichbaren bei weitem übersteigen. Um für die Oberflächenverbrennung geeignet zu sein, muß das feuerfeste Material besonders porös sein, damit die charakteristische Wirkung eintreten kann.

Auch bei den nach diesem Prinzip gebauten Glüh- und Härteöfen können die Heizgase nicht unmittelbar in den Glühraum dringen. Sie strömen vielmehr zunächst durch die längs der Seitenwände im Innern des Ofens angeordnete kleinstückige, feuerfeste, sehr poröse Schamottemasse und verbrennen dann an deren Oberfläche. Bei der Inbetriebsetzung gehen die Gase durch die Poren der Schamottemasse hindurch; sie werden dann auf der Innenseite des Ofens zu einer langen Flamme entzündet. Sobald außer den Gasen die erforderliche Menge Verbrennungsluft zugelassen wird, entsteht das mit bläulicher, nahezu farbloser Flamme brennende Gasluftgemisch, das sich bereits durch eine der gewöhnlichen Flammenfeuerung gegenüber sehr hohe Temperatur auszeichnet. In dem Maße, in dem man die Zufuhr von Verbrennungsluft steigert, verringert sich die Flammenbildung; diese verschwindet vollkommen, sobald die Schamottemasse in Glut geraten ist und die Verbrennung nunmehr an deren Oberfläche verläuft. Infolgedessen kann keine Verzunderung des Glühgutes auftreten, ferner können auch fast keine Abgase entstehen, ebenfalls ein Vorteil, da diese oft schädlich auf das Glühgut einwirken. Die Öfen mit Oberflächenverbrennung sind verhältnismäßig einfach gebaut. Je nach dem Verwendungszweck genügt zum Betrieb der Öfen ein Winddruck von 200—500 mm WS. Infolgedessen brennt insbesondere bei Ölföhrung die Düse von Anfang an rußfrei, im Gegensatz zu Öfen, die mit hohem Winddruck arbeiten; bei diesen reißt die Flamme infolge der hohen Durchgangsgeschwindigkeit des Gasluftgemisches leicht ab. Ein weiterer Vorteil ist die Brennstoffersparnis gegenüber gewöhnlichen Öfen, welche bis zu 60 % beträgt. Die Öfen werden für Wärmegrade bis zu 1300° C und auch darüber gebaut. Der angenehmste Betrieb der Öfen ist natürlich der mit Gasheizung, da dann die Regelung der Sauerstoffzufuhr jeden Luftüberschuß vermeidet und infolgedessen jegliche Zunderbildung auf dem Glühgut vermieden wird. Dies ist besonders beim Härten feiner Werkzeuge mit großen Querschnittsunterschieden, mit hinterdrehten bzw. hinterschnittenen Arbeitsflächen sowie beim Glühen von gepreßten Metallteilen usw. von großer Bedeutung. Die von Flammöfen (mit Ölföhrung) älterer Bauart herrührenden Übelstände der ungleichmäßigen Härte durch Öl- und Rußniederschläge auf die Oberfläche des Glühgutes, ferner die charakte-

ristischen Spitzenwirkungen der Flammen (Stichflammen) sowie die chemischen Einflüsse des meistens nur unvollkommen verbrannten Heizöles fallen bei den mit Öl geheizten Öfen mit Oberflächenverbrennung fort. Als weiterer Vorzug sei noch die sehr kurze Anheizzeit erwähnt, die nur etwa die Hälfte wie bei Öfen bisheriger Bauart beträgt. Infolge der geringen Windpressung ist auch der Kraftverbrauch geringer und bei Einsatzöfen eine wesentlich längere Lebensdauer der schmiedeeisernen Einsatzkästen gegeben, da diese nicht mehr der unmittelbaren Flammenwirkung ausgesetzt sind. II. W.

Schaumkautschuk. Unter diesem Namen kommt ein neues Erzeugnis auf den Markt, über dessen Herstellung und Anwendung wir der *Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase* 1915, S. 167, folgendes entnehmen. Es handelt sich dabei um eine Erfindung von Fr. Pfeunier (D. R.-P. 249 777), die im Gegensatz zu früheren Versuchen ein wirkliches vulkanisiertes Kautschukprodukt liefert. Der Schaumkautschuk ist ein physikalisches Gemisch von vulkanisiertem Kautschuk und Stickstoff; unter dem Mikroskop beobachtet man zahlreiche kleine, mit Stickstoff gefüllte Poren, in denen das Gas, ähnlich wie die Luft in den Blasen des Seifenschaumes, von ganz dünnen Kautschukwänden eingeschlossen ist. Um den Stickstoff in dem weichen und klebrigen Kautschuk zu lösen, wendet man einen Druck bis zu 400 at an. Nach beendeter Vulkanisation wird der Überdruck abgelassen, wobei das in den Kautschuk eingedrungene Gas sich zu Zentren sammelt, die infolge ihres inneren Überdruckes die Masse zu Häutchen ausziehen, wodurch dann unzählige kleine Zellen entstehen. Das vulkanisierte Kautschukprodukt bläht sich hierbei um das Fünffache seines früheren Volumens auf. Wenn man dem Kautschuk vorher Benzin oder Benzol in bestimmter Menge zusetzt, erzielt man mit einem wesentlich geringeren Gasdruck dieselbe Wirkung. Zur Erhöhung der Gasaufnahme ist es ferner zweckmäßig, Kieselgur, zerkleinerten Kork oder sonstige poröse Stoffe in pulveriger Form in die Kautschukmasse hineinzukneten; in diesem Falle nehmen nämlich auch diese Stoffe Gas auf. Die große Geschmeidigkeit und hohe Elastizität des Schaumkautschuks veranlaßte, zu versuchen, den Hohlraum von Luftschläuchen bei Fahrrädern und Automobilen statt mit Druckluft mit Schaumkautschuk zu füllen; diese Versuche hatten ein günstiges Ergebnis. Das Material wird noch in komprimiertem Zustand, wie es den Hochdruckapparat verläßt, lose in den Mantel montiert. Es hat in diesem Zustand einen Druck von 8—10 at, der von dem eingeschlossenen Gas ausgeübt wird. Nach dem Montieren wird das Material durch Erhitzen auf etwa 80° zum Ausdehnen veranlaßt, und es füllt nun den Mantel straff aus. Man muß also für diesen Verwendungszweck den Schaum derart behandeln, daß er nach dem Vulkanisieren nicht weiter expandiert als auf jenen Druck, unter welchem er verwendet werden soll. Für Fahrradreifen beträgt dieser Druck 2—3 at, für Autoreifen 4,5—8 at. Solchen Druck enthaltenden Schaum erhält man nach Angabe des Erfinders, wenn man besonders nerviges Rohmaterial ohne Anwendung eines Lösungsmittels unter Stickstoffdruck heiß vulkanisiert und die Formstücke darauf mehrere Stunden unter Druck erkalten läßt, so daß das Material vor der Expansion zu Schaum seine ursprüngliche Zugfestigkeit zurückerlangt. Weitere vorteilhafte Eigenschaften des Schaumkautschuks sind seine geringe

Wärmeleitfähigkeit und seine sehr geringe Dichte, die noch manche anderweitige Verwendung des neuen Erzeugnisses für technische Zwecke ermöglichen dürften.

S.

Die Zündgeschwindigkeit brennbarer Gasgemische

Ist der Gegenstand einer eingehenden theoretischen Untersuchung, deren Ergebnisse Prof. Nusselt in Dresden (Z. d. V. d. I., Jahrg. 1915, S. 872 ff.) veröffentlicht hat. Auf Grund der Gesetze der Wärmeleitung und der chemischen Dynamik wird hier eine Frage erörtert, deren Lösung für die Theorie der Verbrennungskraftmaschine von wesentlicher Bedeutung sein muß. Unter den Verbrennungsarten zündfähiger Gasgemische muß man von vornherein zwei Möglichkeiten scharf unterscheiden, die bei dem Vorgange selbst wohl nacheinander auftreten können, an sich aber grundverschiedene Prozesse darstellen. Eine dritte, eigenartig kombinierte Verbrennungsmethode, die Explosionswelle, wird hier außer Betracht gelassen. Ein explosibles Gemisch, z. B. Wasserstoff und Luft, kann man zunächst dadurch zur Entzündung bringen, daß man es in einem geschlossenen Gefäße gleichmäßig erhitzt. Bei bestimmten Temperaturen, die für die einzelnen Gemische je nach der chemischen Natur ihrer Bestandteile sowie nach ihrer prozentualen Zusammensetzung verschieden und experimentell festgelegt sind, tritt dann Selbstzündung ein, eine Verbrennungsart, die also in allen Teilen des Gemisches gleichzeitig einsetzt und gleichartig verläuft. Man kann in diesem Falle nur von einer *Reaktionsgeschwindigkeit* reden, worunter z. B. in unserem Falle des H_2 -Luft-Gemisches die Anzahl Mole Wasserdampf zu verstehen ist, die sich in der Zeiteinheit bilden. Die vollständige Reaktion erfordert naturgemäß eine gewisse Zeit, die *Reaktionsdauer*. Nach den Gesetzen der chemischen Dynamik findet man, daß die Reaktionsgeschwindigkeit vom Mischungsverhältnis wesentlich abhängt, und ebenso, daß sie mit dem Anfangsdruck steigt. Dieser erste Fall der Verbrennung kann bei Gasmaschinen dann eintreten, wenn die — mit starker Erwärmung verbundene — Kompression des angesaugten Gemisches so hoch getrieben wird, daß vor dem Totpunkt Selbstzündung eintritt, und ist dann durchaus unerwünscht. Von der Geschwindigkeit der Reaktion kann man sich ein Bild machen, wenn man erfährt, daß bei einer Anfangstemperatur von 288° abs. und 1 at Druck und einem Mischungsverhältnis von 20 Raumteilen H_2 und 80 Raumteilen Luft die Reaktionsdauer nur 0.0080 sk beträgt! Der zweite, praktisch häufigere Fall der Verbrennung, wie er auch bei den Gasmotoren üblich ist, tritt ein, wenn eine *fremde Wärmequelle*, z. B. der elektrische Zündfunken, zunächst nur eine lokale Verbrennung hervorbringt, die sich durch *Wärmeleitung* in die benachbarten Gemischteile fortpflanzt, welche also vorher noch unterhalb der Entzündungstemperatur waren. Die Trennungsschicht zwischen den bereits verbrannten und den noch unverbrannten Gasteilen in einem geschlossenen Raume, die *Brennfläche*, wird nun in der Zeiteinheit einen bestimmten Weg, ausgehend von der Zündstelle, vom ersteren nach dem letzteren Teile zurücklegen. Dieser Weg ist die „*Zündgeschwindigkeit*“. Bei gleichbleibendem Druck wird sie wegen der gleichen Anfangszustände aller Teile über die ganze Wegstrecke hin einen konstanten Wert besitzen. Während die Reaktionsgeschwindigkeit die Dimension „Menge in der Zeiteinheit“ hat, ist also die Zündgeschwindigkeit eine lineare, in Meter/Sekunde zu messende Größe. Auf Grund der Gesetze der Wärmeleitung und der allge-

meinen thermodynamischen Hauptsätze erhält Nusselt für die Zündgeschwindigkeit eine neue, einfache Formel, welche diese Größe als Funktion der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Gemisches darstellt. Sie lautet:

$$w = \sqrt{\frac{c_1 \cdot \lambda \cdot p_0 \cdot T_0^2 \cdot (T_v - T_c) \cdot H_2^0 \cdot O_2^0}{103,7 \cdot R^2 \cdot C_p \cdot (T_c - T_0)}}$$

und gibt die Zündgeschwindigkeit w in Meter/Sekunde an, wobei

λ die mittlere Wärmeleitzahl des Gemisches,

p_0 der Anfangsdruck (der konstant bleibt),

T_0 die Anfangstemperatur,

T_c die Entzündungstemperatur,

T_v die Verbrennungsendtemperatur,

H_2^0 die Raumteile H_2 vor der Verbrennung,

O_2^0 „ „ „

C_p die mittlere spezifische Wärme des Normalvolumens (288° abs., 1 at Druck) zwischen T_c und T_v ,

R die Gaskonstante und

c_1 eine durch Versuch zu ermittelnde Konstante sind.

Die Zündgeschwindigkeit des angeführten Beispiels (20 Raumteile H_2 , 80 Luft) würde danach 1,41 m/sk betragen. Im Falle eines H_2 -Luft-Gemisches wird, wie aus der Formel hervorgeht, die Zündgeschwindigkeit stark verschiedene Werte und auch ein Maximum haben — etwa bei 2,60 m/sk — je nachdem, ob die Verbrennung unter Luftmangel oder Luftüberschuß stattfindet. Die theoretisch sich ergebende Kurve: Zündgeschwindigkeit als Funktion des Wasserstoffgehalts stimmt nun mit der experimentell ermittelten sehr gut überein. Ebenso kann man auf Grund der Betrachtung die Stärke der *Brennzone* x berechnen.

$$x = \frac{w \cdot R^2}{T_0 \cdot p_0^2 \cdot c_1 \cdot H_2 \cdot O_2}$$

Bei dem obigen Beispiel würde danach $x = 0,11$ mm sein. Auch den Einfluß der Vorwärmung T_0 auf die Zündgeschwindigkeit sowie auf die „*Zündgrenzen*“, d. h. die Mischungsverhältnisse, bei denen die Zündfähigkeit beginnt bzw. aufhört, kann man aus den angeführten Formeln ableiten, so daß ein wichtiger Schritt in der Theorie der Verbrennungsvorgänge getan erscheint.

B. K.

Beton als Baustoff für Fundamente. Trotzdem Beton für Gebädefundamente und auch für die Herstellung ganzer Gebäude bereits ein sehr großes Anwendungsgebiet gefunden hat, wird er immer noch für die Herstellung der Fundamente viel zu wenig beachtet. Man hört oft den Einwand, daß die Herstellung von Fundamenten aus Beton weniger einfach sei als aus Ziegelmateriale. Aber auch wenn das richtig wäre, wäre der Einwand unberechtigt; ein Betonfundament besitzt so viele Vorzüge, daß diese allein schon die häufigere Anwendung von Beton empfehlen. Die Vorteile liegen in der viel *größeren Festigkeit* und der schnelleren und billigeren Herstellung. Die Betonfundamente müssen aber mit großer Sorgfalt hergestellt werden, wenn bei geringstem Materialaufwand hohe Festigkeit erreicht werden soll. Bei der Beurteilung des Preises muß sowohl die Art und Reinheit der verwendeten Materialien wie auch die *Art der Verarbeitung* berücksichtigt werden. Beton besteht aus einem Gemisch von Zement, Sand, Kies oder an Stelle des Sandes aus Steinschlag oder auch zerkleinerter Hochofenschlacke. Die verschiedenen Zuschlagstoffe müssen nicht nur sorgfältigst gemischt

sowie zweckentsprechend angehäßt werden, sondern sie müssen auch möglichst rein sein. Hierauf wird leider bei den meisten Betonausführungen viel zu wenig geachtet, andererseits steht aber fest, daß der etwas reichliche Zusatz von Portlandzement allein nicht dazu beiträgt, einen festen Beton herzustellen. Es ist vielmehr erwiesen, daß in den meisten Fällen viel mehr Zement gebraucht wird, als nötig ist, um einen Beton gleicher oder gar höherer Festigkeit herzustellen. Je nach der späteren Beanspruchung muß der Beton aus einer mehr oder weniger fetten Mischung bestehen; für Fundamente haben sich besonders die nachstehenden Mischungen gut bewährt.

Mischung	Zement	Sand	Kies	oder Steinschlag	für Beanspruchung	Wasserzusatz zum Zementgehalt
I	1	2	4	3 Teile	höchste	7 %
II	1	3	6	4,5 "	hohe	6 %
III	1	4	8	6 "	mittlere	5,5 %
IV	1	5	10	7,5 "	geringe	5 %
V	1	6	12	9 "	kleinste	4 %

Mischung I kommt in Frage für Dampfhämmer-Fallhämmer, große Kaltsägen usw., ferner bei stark und oft wechselnden Drücken und Geschwindigkeiten, wie bei hydraulischen Pressen, Akkumulatoren und dergleichen, auch dort, wo infolge ungeeigneter Bodenverhältnisse eine besonders feste Sohle für das Fundament erwünscht ist; Mischung II z. B. für Fundamente großer Hobelmaschinen, Dampfmaschinen, Dieselmotoren usw., also für Fälle, wo große Massen wechselseitig nach verschiedener Richtung bewegt werden und die Fundamentanker besonders viel auszuhalten haben. Mischung III ist für kleinere Werkzeugmaschinen, Hilfsmaschinen usw. ausreichend, ebenso auch für solche größeren Maschinen, welche ausschließlich eine umlaufende Bewegung haben, wie z. B. Drehbänke, Fundamente für Elektromotoren, Dynamomaschinen, Schleifmaschinen und ähnliche. Mischung IV kommt nur für solche Fundamente in Frage, welche lediglich eine ruhende oder aber nur eine sehr geringe Belastung aufzunehmen haben, wie z. B. Fundamente für schwere Werkzeugschleifmaschinen, vertikale Bohrmaschinen, Meßmaschinen, ferner die Fundamente für die Füße von Schmiedefeuer, Säulen usw. Mischung V kommt nur als Unterbeton für große Fundamente dort in Frage, wo gute Bodenverhältnisse vorliegen und aus diesem Grunde der untere Boden der Fundamentplatte etwas weniger fett zu sein braucht. Diese Mischung kann aber auch bei schlechtem Baugrund Verwendung finden, um den Untergrund, über normale Fundamenttiefe hinaus, zunächst aufzubessern. Man spart dadurch oft bedeutend an Kosten. Zement und Sand werden auf einem Bretterbelag von Hand trocken oder mittels einer Mischmaschine gut durchgemischt. Hierauf setzt man soviel reines Regen- oder Leitungswasser zu, bis eine erdfeuchte, gleichmäßige, in bezug auf Korn und Feuchtigkeit, Mischung entsteht. Der richtige Wasser-

zusatz spielt hierbei eine große Rolle. Um die höchsten Festigkeitsziffern zu erreichen, soll der Zusatz bei fetten Mischungen etwa 5—6 % vom Zementzusatz betragen, bei den weniger fetten und mageren Mischungen dagegen nur 6 % bis 4 % herunter. In der heißen Jahreszeit soll der Wasserzusatz etwas größer sein, als bei feuchter Witterung. Verunreinigtes, mooriges oder gar salzhaltiges Seewasser sowie Abwässer gewerblicher Anlagen dürfen niemals verwendet werden. Erst nach dem richtigen Annässen und Durchmischen der Sand- und Zementmasse darf das Zumischen der Zuschlagstoffe geschehen, die betreffenden Kies- oder Steinschlagmengen sind dann ebenfalls vorher gut anzufeuchten. Die ganze Masse ist dann innig durchzuarbeiten. Sie wird dann sofort in gleichen Schichten von höchstens 12—15 cm Stärke aufgestampft, wobei die fertig zubereiteten Mischungen nie länger als höchstens 15—20 Minuten unaufgestampft liegen bleiben dürfen, da sonst die Gefahr besteht, daß in- zwischen der Abbindeprozeß beginnt. Die Betonmasse muß zur Erzielung größter Dichte und Festigkeit so lange eingestampft werden, bis das zugesetzte Wasser an der Oberfläche herausquillt. Muß die Arbeit unterbrochen werden, so ist die letzte fertiggestampfte Betonschicht mit nassen Säcken abzudecken und bei Wiederaufnahme der Arbeit die Oberfläche des bereits teilweise abgeordneten Betons vor Aufbringen einer frischen Schicht Masse etwas aufgeraut und mit einer reinen Zementlösung bestrichen worden. Nur dann ist ein sicheres Verbinden der zu verschiedenen Zeiten aufgestampften Betonmassen zu erwarten.

Fundamente von komplizierter Form, die besonders heftigen Erschütterungen ausgesetzt sind, werden vielfach durch Einlagen von 10—13 mm starken Rund- eisen armiert, auch erhalten derartige Fundamente oft Bandagen aus T- und U-Eisen, die kofferartig zusammengehalten werden. Bei schlechtem Baugrund und dort, wo zeitweise sehr hohe Grundwasserstände auftreten, erhalten derartige Fundamente zur besseren Druckverteilung außerdem an den Sohlenkanten eine Verbreiterung durch Abschrägung von 30 Grad nach unten.

H. W.

Die katalytische Fetthärtung mittels Nickeloxiden (W. Meigen, *Journal für praktische Chemie*, N. F., Bd. 92, S. 390). Frühere Untersuchungen von Meigen und Bartels (*Journ. f. prakt. Chemie*, N. F., 89, S. 290, 1914) hatten ergeben, daß bei der katalytischen Fetthärtung mittels Nickeloxiden stets freies Nickel gebildet wird, das sich durch Analyse, Leitfähigkeit und Karbonylbildung nachweisen läßt. Die hiergegen von Erdmann gemachten Einwendungen (*Journ. f. prakt. Chemie*, N. F., 91, S. 469, 1915) werden als unrichtig und auf falschen Voraussetzungen beruhend zurückgewiesen. Durch neue Versuche mit anderen, ebenfalls besonders auf Reinheit geprüften Ölen: Erdnußöl, Sojabohnenöl, Sesamöl, und verschiedenen Nickeloxydpräparaten wird die Anwesenheit von freiem Nickel in den gebrauchten Oxydkatalysatoren aufs neue bestätigt. Es liegt somit nicht der geringste Grund vor, die katalytische Wirkung einem hypothetischen Nickelsuboxyd oder Nickeloxydhydrat zuzuschreiben, wie dies von Erdmann geschieht, da die gebildeten Mengen an freiem Nickel zur Erklärung dieser Wirkung völlig ausreichen.

(Autoreferat.)

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

20. Januar.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

Herr Penck sprach über *Auswitterung*. Es ist dies eine Erscheinung, die sich an ungleiche Widerständigkeit der Gesteine knüpft und mit klimatischen Verhältnissen nur in beschränktem Umfang in Beziehung steht. Eines ihrer Produkte sind die Gesteinsgitter; solche sind in den letzten Jahrzehnten an Blöcken der Mole von Newcastle in Neusüdwaales in feuchtem Klima gebildet und dürfen nicht als Wüstengebilde gedeutet werden. Die Auswitterung spielt eine große Rolle bei der Untergrabung der Wände; von ihr muß die Unterwitterung getrennt werden, welche von einer Durchfeuchtung der Gesteine bis zu einer gewissen Höhe bedingt wird und gleichfalls zur Untergrabung von Wänden führt.

3. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Rubens las über *das langwellige Wasserdampfspektrum und seine Deutung durch die Quantentheorie*, nach gemeinsam mit Herrn G. Hettner ausgeführten Versuchen. Die Absorption des Wasserdampfes wurde im prismatischen Spektrum zwischen 7,5 und 22 μ und im Gitterspektrum zwischen 20 und 35 μ untersucht. Hierbei ergab sich eine große Zahl meist unbekannter Absorptionsstreifen, von welchen allein 27 auf das sogenannte Rotationsgebiet entfallen, d. h. auf denjenigen Teil des Spektrums, in welchem die Emission und Absorption elektromagnetischer Strahlung durch die Drehung der Moleküle bewirkt wird. Die Streifen lassen sich in zwei Reihen mit nahezu konstanter Differenz der Schwingungszahlen ordnen. Das Vorhandensein einer dritten, schwächeren Streifenreihe ist wahrscheinlich.

Die Ergebnisse der Beobachtung sind in guter Übereinstimmung mit den Forderungen der Quantentheorie, wie sie von Herrn Bjerrum auf Grund der Planck-Nernstischen Anschauungen für den Fall rotierender Moleküle entwickelt worden ist. Auch bestätigen die Versuche die Richtigkeit der Schlüsse, welche Herr Bjerrum aus der Struktur der kurzwelligen Absorptionsbanden auf die Lage der Absorptionsstreifen im Rotationsgebiet gezogen hat.

2. Herr Einstein überreichte eine Abhandlung: *Eine neue formale Deutung der Maxwellschen Feldgleichungen der Elektrodynamik*. Es wird gezeigt, daß man ohne Einführung des „dualen“ Sechservektors des elektromagnetischen Feldes zu einer die bisherige an Einfachheit übertreffenden invariantentheoretischen Deutung der Feldgleichungen gelangen kann.

Zum 26. Januar 1917 steht ein Betrag von 3400 M. zur Verfügung der physikalisch-mathematischen Klasse, die ihn in einer oder mehreren Raten vergeben kann. Die Zuerteilungen erfolgen nach § 2 des Statuts der Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Zwecke, und zwar insbesondere als Gewährung von Beiträgen zu wissenschaftlichen Reisen, zu Natur- und Kunststudien, zu Archivforschungen, zur Drucklegung größerer wis-

senschaftlicher Werke, zur Herausgabe unedierter Quellen und Ähnlichem. Bewerbungen müssen spätestens bis zum 25. Oktober d. J. im Bureau der Akademie, Berlin NW 7, Unter den Linden 38, eingereicht werden.

10. Februar.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Branca sprach über *das Aufsteigen der Steinsalzlager*. Wenn es auch im wesentlichen eine Aufpressung ist, bewirkt durch seitlichen Gebirgsdruck und zugleich durch die Schwere der hangenden Schichten, so wirkt doch bei dem „Aufsteigen“ mit einmal eine im Steinsalz liegende physikalische Eigenschaft, bei Schub längs zahlloser Rhombendodekaederflächen zu gleiten; und zweitens die allen Kristallen zukommende Eigenschaft der Plastizität (*Tamman*) des Fließens infolge geeigneten Druckes, die mit steigender Temperatur und steigender komprimierender oder dilatierender Kraft wächst, welche Kraft zugleich den Schmelzpunkt der Kristalle erniedrigt. Der Schmelzpunkt für Steinsalz liegt bei 820° C (*Ruff und Plato*). Aber schon bei 205° konnte *Milch* Stäbchen von Steinsalz biegen; in den Tiefen, um die es sich bei den Steinsalzlagerstätten handelt, erreicht die Temperatur namentlich in höheren Niveaus zwar nicht so hohe Grade, aber der Druck ist doch ein stärkerer. Noch ein Drittes, das Schmelzen der Mutterlagenten im Kristallwasser (*Jänecke*), ist für die Umformung des dabei durchtränkten NaCl vielleicht auch etwas wirksam.

2. Derselbe sprach ferner über eine Arbeit des Herrn Th. Möller in Berlin: *Über die Kraftquelle und die Ausprägungsformen der großen tektonischen Vorgänge*. Wie *Ampferer* sieht er die Erdhaut als abgestorben und als passiv bei der Gebirgsbildung an. Während aber *Ampferer* horizontale Strömungen der plastischen Schicht unter der Erdhaut als Ursache der Hebung, Senkung und Faltung der letzteren betrachtet, führt *Möller* das auf vertikale Konvektionsströme zurück. Wegen der durch den Wechsel des Materials in der Erde bedingten starken, sprunghaften Veränderungen der Dichte können diese den Gebirgsbau bewirkenden Konvektionsströme nur in der obersten Zone stattfinden, die ein Durchschnittsgewicht von 3,4 besitzt und bis ungefähr 1200 km hinabreicht, wo die Eisenzone beginnt.

3. Herr Struve legte eine Abhandlung von Herrn Dr. Prager in Neubabelsberg vor: *Über die Periode des veränderlichen Sterns RR Lyrae*. Der Stern gehört zu den Veränderlichen des Antalgoltypus und ist zugleich als spektroskopischer Doppelstern bekannt. Die deutlich ausgesprochenen Schwankungen in seiner Periodenlänge werden durch ein periodisches Glied dargestellt, welches durch eine fortschreitende Bewegung seiner Apsidenlinie erklärt werden kann.

Sitzungsbericht der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Sitzung am 5. Februar 1916.

Herr S. Finsterwalder legte für die Sitzungsberichte eine Abhandlung von Prof. H. Liebmann vor: *Elementargeometrischer Beweis des Ponceletschen Schließungssatzes*.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Heft 24, 1915.

Über die Berührungselektrizität fester Dielektrika gegen leitende und nichtleitende Flüssigkeiten; von

A. Coehn und J. Franken. Das Ladungsgesetz für Dielektrika (*Ann. d. Phys.* 64, 217, 1898 und 30, 777, 1909) hat sich für alle Nichtleiter unabhängig vom Aggregatzustand als gültig erwiesen. Die daraus sich

ergebende Aufladung von Flüssigkeiten gegen andere Stoffe wird durch Auflösung von Elektrolyten herabgesetzt, bis sich von einer bestimmten „Umkehrkonzentration“ an auch der Ladungssinn umkehrt (*Ann. d. Phys.* 43, 1078, 1914, vgl. auch *Lenard*, ebd. 47, 463, 1915). Um in dem hier untersuchten Fall Störungen durch Elektrolyse auszuschließen, wurde eine elektrostatische Methode ausgearbeitet. Es zeigte sich damit, daß Wasserstoffion als das am schnellsten wandernde Kation bereits in geringer Konzentration Ladungsumkehr bewirkt, während für langsamer wandernde Kationen die Salzlöslichkeit zur Erreichung der Umkehrkonzentration in der Mehrzahl der Fälle nicht ausreicht. Im gleichen Sinne wie Konzentrationsvermehrung ist Temperaturerhöhung wirksam.

Bekanntmachung über die Prüfung von Thermometern; von *E. Warburg*. Vom 1. April 1916 ab wird die Reichsanstalt der Eichung von Thermometern eine Temperaturskala zugrunde legen, die nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis der thermodynamischen Skale entspricht, sich aber von dieser, die mit dem wissenschaftlichen Fortschritt veränderlich ist, dadurch unterscheidet, daß sie, besonders durch eine Reihe von Schmelz- und Siedepunkten, festgelegt ist. „Mit der Einführung der neuen Skale wird in der Thermometrie derselbe Weg eingeschlagen wie in der elektrischen Meßtechnik, wo unterschieden wird zwischen den ursprünglich definierten Werten der Einheiten und ihrer Verwirklichung durch feste international eingeführte Normen.“

Über die Interferenzerscheinungen am Michelsonschen Interferometer; von *Georg Krause*. In der Arbeit werden die am Michelsonschen Interferometer unter verschiedenen Bedingungen auftretenden Interferenzerscheinungen berechnet und experimentell untersucht. Zunächst geschieht dies für den Fall, daß die beiden Spiegel aufeinander senkrecht stehen und in den Gang des einen der beiden kohärenten Strahlenbündel eine planparallele Glasplatte von beliebiger Dicke unter einem beliebigen Winkel gestellt wird (Kurven im Unendlichen). Dann werden, veranlaßt durch eine Meinungsverschiedenheit zwischen *Michelson* und *Feußner*, die Erscheinungen behandelt in dem Fall, daß die beiden Spiegel einen etwas von 90° abweichenden Winkel miteinander bilden (Kurven in der Gegend des Spiegels). Es erweist sich hier die Kurvenform als abhängig vom Öffnungswinkel des beobachtenden optischen Systems.

Über die absolute elektrooptische Verzögerung und Beschleunigung bei der elektrischen Doppelbrechung; von *F. Himstedt*. Der Verfasser hat mit dem Löwe-Zeißschen Interferometer die absolute Beschleunigung und Verzögerung bestimmt, welche die parallel und senkrecht zum Felde polarisierten Strahlen bei der elektrischen Doppelbrechung erfahren. Er findet bei allen Substanzen, welche gut isolieren, für das Verhältnis $\frac{n_o - n}{n_a - n}$ den Wert -4 . Ein Vergleich der für die Beschleunigung resp. Verzögerung gefundenen Werte mit den aus den Theorien von *Langevin* und von *Voigt* berechneten ist dadurch sehr erschwert, daß bei den Versuchen sich elektrische Doppelbrechung und Elektrostriktion nicht trennen lassen und letztere gegen die erstere keineswegs vernachlässigt werden kann.

Zur Theorie der Zustandsgleichungen; von *M. v. Smoluchowski*. Im Gegensatz zu *M. B. Wagner*, welcher in einer kürzlich erschienenen Arbeit nachzuweisen suchte, daß die Wirkungen der anziehenden Molekularkräfte eines Gases sich nicht durch Einführung des van der Waalschen „inneren Druckes“ ersetzen lassen, und welcher eine Zustandsgleichung anderer Form ableitete, zeigt der Verfasser, daß das durch die übliche Theorie gelieferte Resultat auch bei strengerer Durchführung der Rechnung richtig bleibt;

und daß die Einwände *Wagners* gegen *Boltzmanns* Ableitungsweise unbegründet sind.

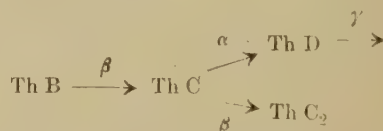
Über Brownsche Molekularbewegung unter Einwirkung äußerer Kräfte und deren Zusammenhang mit der verallgemeinerten Diffusionsgleichung; von *M. v. Smoluchowski*. Verfasser hat früher einmal untersucht, wie die Brownsche Molekularbewegung eines Teilchens modifiziert wird, wenn auf dasselbe eine elastische Kraft einwirkt. Nun zeigt er, daß derartige Probleme sich auf Lösung einer Differentialgleichung zurückführen lassen, welche eine Verallgemeinerung des Diffusionsprozesses darstellt, und verwendet diese Methode zur Untersuchung einiger einfacher Spezialfälle. Darunter ist ein die Einwirkung der Schwerkraft betreffender Fall bemerkenswert, welcher durch *Perrins* Experimente an sedimentierten Emulsionen illustriert wird. An demselben lassen sich die Divergenzen zwischen Entropiesatz und Molekularkinetik bis ins einzelne verfolgen.

Das Cosinusetz in der kinetischen Gastheorie; von *Martin Knudsen*. Es wurde experimentell nachgewiesen, daß Quecksilbermoleküle, von einer Glaswand zurückgeworfen, nach dem Cosinusetz distribuiert werden.

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn G. Schweikert; von *Dieterici*. Herr *Schweikert* hat nach der Kundt'schen Methode die Schallgeschwindigkeit in sehr weiten Röhren und in verschiedenen Gasen bestimmt und dabei die Resultate früherer Beobachter (*Thibaut*, *Keutel*, *Schöler*), die in engeren Röhren von ca. 2 cm Durchmesser gleiche Beobachtungen ausgeführt haben, in Zweifel gezogen. Verfasser weist durch Vergleich der Beobachtungen nach, daß in NH_3 , C_2H_4 , CO_2 und SO_2 die Beobachtungen auf 0.1 % genau übereinstimmen, so daß man folgern muß, daß auch bei den engeren Röhren von 2 cm lichter Weite ein Einfluß der Wandreibung auf die Schallgeschwindigkeit nicht feststellbar ist.

Physikalische Zeitschrift; Heft 1, 1916.

Über die Verzweigungsstelle der Th-Reihe; von *St. Loria*. Der Verfasser wendet die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Verdampfung des ThC und RaC von *Pt* in Luft (Mitteil. a. d. Inst. f. Radiumforschung Nr. 81 und 83) auf die umstrittene Frage der Verzweigung an. Es wird erwiesen, daß die weitgehende Ähnlichkeit im Verhalten beider C-Produkte bei der Verdampfung einerseits den Forderungen der Isotopentheorie entspricht, andererseits die Richtigkeit des Zerfallsschemas



befürwortet. Die von *Barratt* und *Wood* (*Proc. Phys. Soc. London* 21. April 1914) vorgeschlagene Änderung dieses Schemas wird auf Grund eingehender Diskussion abgelehnt.

Das Reflexionsvermögen eines isotropen Körpers in Abhängigkeit von den Wellenkonstanten; von *Karl Uller*. Das Reflexionsvermögen wird in Schaukurven als Funktion der beiden elektrischen Wellenkonstanten dargestellt und erörtert.

Die Gültigkeitsbedingungen des Brewsterschen Gesetzes; von *Karl Uller*. Ein Brewsterscher Einfallswinkel besteht nur dann, wenn drei Bedingungen erfüllt sind, die entwickelt werden.

Über E. C. Balys experimentelle Grundlagen der Kraftfeldertheorie; von *A. Hantzsch*. Nach *E. C. Baly* soll die Auffassung, daß sich die Anziehung bzw. Verbindung der Atome im Molekül ähnlich den elektromagnetischen Kraftfeldern äußere, auch bei chemischen

Reaktionen durch Öffnung dieser Kraftfelder und Herstellung eines intermediären Zustandes, und zwar durch gewisse, anscheinend vorübergehende Veränderungen der Lichtabsorption experimentell nachgewiesen worden sein. Demgegenüber zeigt A. Hantzsch, daß alle in diesem Sinne gedeuteten experimentellen Beobachtungen Balys entweder an sich unrichtig sind, weil sie mit unreinen Stoffen ausgeführt worden waren, oder, soweit sie an sich richtig sind, deshalb unrichtig gedeutet worden waren, weil es sich hierbei um Veränderungen chemischer Gleichgewichte oder Bildung neuer Stoffe, niemals aber um Herstellung neuer Zustände infolge der Öffnung von Kraftfeldern handelt.

Physikalische Zeitschrift; Heft 2, 1916.

Über die Hochfrequenzspektren der Elemente Gold bis Uran; von Manne Siegbahn und Einar Friman. Die Arbeit enthält eine vorläufige Untersuchung über die Hochfrequenzspektren der Elemente Gold bis Uran. Die Aufnahmen sind nach der Primärstrahlungsmethode mit einem rotierenden Steinsalzkrystall ausgeführt. Es wurde zunächst nur die stärkste Linie der L-Serie photographiert, um die Ordnung der Elemente¹⁾ festzustellen. Als Resultat ergab sich, daß Pb, Th, U die Ordnungszahlen 82, 90 und 92 respektive zukommen.

Über das Wulfsche Elektrometer und das Engler und Sieveking'sche Fontaktoskop; von B. Walter. Es wird gezeigt, daß sich das Wulfsche Elektrometer in seiner gewöhnlichen Ausführungsform auch dann benutzen läßt, wenn es überkopf gestellt wird. Dies ist besonders deswegen von Bedeutung, weil man nunmehr das erstere Instrument auch ohne weiteres in Verbindung mit dem Engler und Sieveking'schen Fontaktoskop, zu welchem bisher stets das erheblich unvollkommenere Exnersche Elektrometer verwendet wurde, gebrauchen kann. Dadurch wird aber die Benutzung dieses bekanntlich für die Untersuchung radioaktiver Wässer dienenden und wegen seiner Einfachheit mit Recht sehr beliebten Apparates noch weiter erleichtert und zugleich seine Meßgenauigkeit um ein wesentliches vergrößert.

Energiemessung von ionisierenden Strahlen, insbesondere von Röntgenstrahlen; von Th. Christen. Bei der Messung der Leistung von Strahlenquellen oder der Intensität einer Strahlung wird sehr oft der Fehler begangen, daß man den durch die Strahlung hervorgerufenen Sättigungsstrom einer Ionisationskammer als Maß setzt, während die gesuchte Größe außerdem noch von dem oft sehr veränderlichen Luftabsorptionskoeffizienten der Strahlung abhängt.

Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 3/4, 1916.

Die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff; von M. Bodenstein. (Vortrag auf der Hauptversammlung der Bunsengesellschaft.) Im Anschluß an die Untersuchung von Dux über die photochemische Kinetik des Chlorknallgases wurde die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff im Dunkeln (in der Wärme) und unter dem Einfluß der α -Strahlen des Radiums studiert. Die letztere Umsetzung verläuft völlig analog zu der im Licht, die Geschwindigkeit ist — für konstante und ganz absorbierte α -Strahlung — proportional der Konzentration des Chlors, umgekehrt der des Sauerstoffs, unabhängig von Wasserstoff und Chlorwasserstoff. Im Dunkeln bestimmen die Konzentrationen des Chlors und des Wasserstoffs die Geschwindigkeit, aber auch hier zeigt sich Hemmung durch Sauerstoff. Die theoretischen Folgerungen aus diesen Beobachtungen lassen sich in Kürze nicht wiedergeben.

Elektrolytische Gewinnung von Perborat; von K. Arndt. (Vortrag auf der Hauptversammlung der Bunsengesellschaft.) Bisher war es nicht gelungen, aus Boraten durch elektrolytische Oxydation Perborate in merk-

lichen Mengen zu gewinnen. K. Arndt löste diese Aufgabe, indem er ein Gemisch von Borax und Soda (z. B. 45 g Borax und 120 g Natriumkarbonat auf 1 l Wasser) mit Platindrahtnetz als Anode und einer von Kühlwasser durchflossenen Zinnrohrschlange als Kathode elektrolysiert. Sobald die Lösung an Perborat genügend übersättigt ist, führt man sie in Kristallisationsgefäße über. Die Mutterlauge kehrt wieder in die Elektrolysegefäße zurück; die verbrauchten Stoffe Soda und Borax werden nach Bedarf ergänzt. Das gewonnene Natriumperborat ist chemisch rein und ausgezeichnet haltbar.

Über den Gasgehalt der Taunusgesteine und seine Beziehung zu den Gasen der Wiesbadener Thermalquellen; von F. Henrich. (Vortrag auf der Hauptversammlung der Bunsengesellschaft.) Der Vortragende fand, daß eine Reihe von Gesteinen, die vermutlich von den Wiesbadener Thermalquellen auf ihrem Wege zur Oberfläche durchflossen werden, erhebliche Mengen von Gasen, besonders Stickstoff und Edelgase, in sich schließen. Da diese Taunusgesteine zugleich relativ leicht von kohlenstoffhaltigem Thermalwasser zersetzt werden, so ist es wahrscheinlich, daß der Stickstoff und die Edelgase Argon und Neon, die sich in den Gasen der Wiesbadener Thermalquellen befinden, aus den Gesteinen stammen.

Bestimmung kleiner Mengen Quecksilbersalz in starker Verdünnung; von Dr. H. Böttger. Der Verfasser gibt einen Bericht über die inzwischen auch als Dissertation erschienene ausführliche Untersuchung von Dr. Richard Heinze, in welcher die bei den bisherigen Bestimmungsmethoden in Betracht kommenden Fehlerquellen (bei Mengen von 0,1—1 mg) einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. — Dr. Heinze hat schließlich ein neues Verfahren, das auf der Fällung des Quecksilbers als Quecksilberdiphenylkarbozon durch Aluminiumsulfat in Gegenwart von Benzin und der elektrolytischen Abscheidung des Quecksilbers nach Zerstören des organischen Komplexes beruht, ausgearbeitet. Die Bestimmung des Quecksilbers läßt sich vermöge der Farbe des Quecksilberdiphenylkarbozons auch spektralphotometrisch durchführen, wie auch die in einer gesättigten Lösung von Calomel bestehende Konzentration von Wasserstoffion mit alizarinsulfosaurem Natrium (als Indikator) auf diesem Wege ermittelt wurde. Berechnungen über den Zustand von gelöstem Calomel sollen erst angestellt werden, wenn definitive Bestimmungen unter Ausschaltung einiger (untergeordneter) Fehlerquellen ausgeführt worden sind.

Geographische Zeitschrift; Heft 1, Januar 1916.

Mesopotamien und der Weltkrieg; von F. Frech. 1. Mesopotamien zerfällt nach Höhenlage, geologischen, historischen und kulturgeographischen Gesichtspunkten in zwei durch Übergänge verbundene Gebiete:

a) Babylonien (Irak Arabi) ist ein Alluvialland mit subtropischem Klima: Dattelpalmen, Zuckerrohr, Reis und besonders für die Zukunft Baumwolle sind die Kulturpflanzen.

Künstliche Bewässerung ist notwendig und beruht zurzeit auf Schöpfädern, in der Zukunft (wie in der Vergangenheit) aber auf der Anlage von Staudämmen und Kanälen.

b) Assyrien (El Djesiré) ist eine 4—500 m ü. d. M. liegende, aus Tertiärkalk und Basaltdecken bestehende Hochfläche, die durch ziemlich zahlreiche Bäche des armenischen Tauros bewässert wird. Getreidebau (Gerste) ist vielfach auch ohne die an sich sehr ausdehnungsfähige Bewässerung möglich. Außerdem herrscht Weidewirtschaft und Wildsteppe.

2. Die für die kulturelle Erschließung des entwicklungsfähigen Landes unentbehrliche Bagdadbahn ist z. Zt. (Anfang Dezember 1915) zwischen dem Tauros und Aleppo, Euphrat—Ras-el-Ain sowie zwischen Samarra—Bagdad eröffnet. Es fehlen noch rd. 600 km: Ras-el-Ain—Mossul—Samarra.

¹⁾ Nach der Moseleyschen Formel.

3. Für den zukünftigen Bahnbetrieb kommen die Erdölquellen am mittleren Tigris (Gajara-Kerkuk), am unteren Karun und unteren Euphrat (Hit) in Betracht. (Vgl. den Aufsatz über Erdölvorkommen an der türkisch-persischen Grenze.)

4. Die Frage des Endpunktes der Bahn (? Basra, ? Kuweit) hängt von den Bedingungen des Friedens ab.

5. Das Schicksal des englischen Eroberungsversuches von Mesopotamien wurde bei Ktesiphon Ende November 1915 entschieden.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 1, Januar 1916.

Über den gegenwärtigen Stand der Föhntheorie; von R. Wenger. Das Auftreten des Föhns wird von der üblichen Theorie nur befriedigend erklärt für die Fälle, in denen an der Luvseite des Gebirges Regen fällt. Erfolgt dies nicht, so muß sie annehmen, daß die Föhnluft aus der Höhe des Gebirgskammes stammt und nicht erst vor dem Gebirge aufgestiegen ist. Die hydrodynamische Begründung dieser Annahme wird in der Arbeit angebahnt, indem gezeigt wird, daß i. a. wirbelfreies Strömen der Luft über ein Hindernis unmöglich ist. Es wird wahrscheinlich gemacht, daß sich vor dem Gebirge ein Wirbel mit horizontaler Achse bildet, der das Aufsteigen der Luft längs dem Abhang verhindert.

Beiträge zur Kenntnis der in der Atmosphäre vorhandenen durchdringenden Strahlung; von H. Gockel. Die Arbeit ist identisch mit der unter gleichem Titel in Heft 19 der Physikalischen Zeitschrift erschienenen, über die hier bereits berichtet wurde.

Einige Beobachtungen über die Hörbarkeit des Kanonendonners; von P. Ludewig. Der Verfasser teilt eine größere Anzahl Beobachtungen mit, die ihm von verschiedenen Seiten zugegangen sind und die Existenz einer äußeren anormalen Hörbarkeitszone von 160 bis 250 km Entfernung bestätigen. Bemerkenswert ist in den Berichten die von mehreren Seiten gemachte Beobachtung, daß in der äußeren Zone der Kanonendonner im Winter, aber nicht im Sommer gehört wurde.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; Band 32, Heft 2, 1915.

Zur Färbungstechnik der Neuroglia; von Eugen Pollak. Die hier angeführte Färbung entspricht in den Grundzügen ganz der Malloryschen Phosphorwolframsäure-Hämatoxylinfärbung mit nachfolgender Eisenchloriddifferenzierung. Sie unterscheidet sich hauptsächlich durch die Dauer der Färbung und Einführung des Wärmefaktors (Färbung durch ca. 18 Stunden im Brutofen). Die Differenzierung wird dementsprechend verlängert. Die sonst unbedingt nötige Frische des Materials ist hier nicht erforderlich.

Über quantitative Angaben in histologischen Vorschriften, zugleich nachträgliche Bemerkung zu meinem Aufsatz: Beiträge zur klinisch-morphologischen Hämatotechnik; von G. C. van Walsem. Verfasser konnte mit einer früher von ihm beschriebenen Methode nicht in demselben Maße befriedigende Resultate erhalten. Als Ursache fand er, daß er dabei das Opfer eines nicht gutzuheißenden Schlendrians geworden war, nämlich der Ungenauigkeit der quantitativen Angaben in histologischen Vorschriften. Besonders weist er nach, daß eine Angabe in „Tropfen“ vollkommen wertlos sein kann, wenn nicht dabei zugleich erwähnt wird, wieviel Tropfen von 1 mm gefaßt werden. Was die prozentuale Zusammensetzung von Lösungen betrifft, tritt er für die Praxis, wie sie bei der Maßanalyse üblich ist, ein.

Flora; Band 108, Heft 4, 1915.

Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei *Phycomyces nitens* Kuntze II; von

H. Borgeff. Verfasser untersucht die Verhältnisse der Sexualität und Erblichkeit bei *Phycomyces nitens*. Geschlechtsqualitäten und morphologische Charaktere sind erbliche Eigenschaften. Die Gesetzmäßigkeit der Vererbung entspricht der bei den höheren Pflanzen unter Berücksichtigung des Umstandes, daß *Phycomyces* eine haploide Pflanze ist. *Phycomyces*-Mycelien verhalten sich wie die Gameten einer höheren Pflanze. Ihre Kopulation ergibt die Zygote, deren Keimsporangium, die diploide Generation, Dominanz oder Rezessivität eines Merkmals zeigen kann. Die unter Reduktions- teilung im Keimsporangium entstehenden Sporen erzeugen wieder Gameten-Mycelien, in denen alle in der haploiden Phase möglichen Eigenschaftskombinationen auftreten können.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIII, Heft 9, 1915.

(Ausgegeben am 29. Dezember 1915.)

Über *Halosphaera*; von A. Pascher.

Über die Verteilung der Markstrahlen bei den Coniferen; von Paul Jaccard.

Schwimm- und Wasserblätter von *Nymphaea alba*, L.; von P. A. Roshardt. Beobachtungen morphologischer und biologischer Natur über Wasserblätter von *Nymphaea alba* in verschiedenen Schweizerseen werden mitgeteilt. Die anatomische Untersuchung der Schwimmblätter unter sich und der Vergleich mit den Wasserblättern zeitigt unter anderen die Resultate: Das Schwimmblatt, das aus Moorgärten stammt, besitzt ein relativ größeres Interzellularsystem als jenes aus dem See und weniger Spaltöffnungen. Es scheint aber, daß die numerische Verminderung des Spaltöffnungsapparates durch Ausbildung der größeren Stomata ausgeglichen wird. Die Wasserblätter zerfallen in zwei Formen, deren Hauptunterschied durch das Vorhandensein oder Fehlen von normal entwickelten Spaltöffnungen bedingt ist.

Pilzvergiftungen im Jahre 1915; von G. Dittrich.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIII, Heft 10, 1915.

(Ausgegeben am 27. Januar 1916.)

Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung; von Erich Leick. Verfasser gibt zunächst eine kurze Übersicht über die Resultate der bisher an Araceenblütenständen vorgenommenen Eigenwärmemessungen. Auf Grund dieser und seiner eigenen Untersuchungen an *Monstera deliciosa* glaubt er, 4 verschiedene Erwärmungstypen (*Monstera*-, *Philodendron*-, *Colocasia*-, *Arumtypus*) aufstellen zu können. Fassen wir die sehr ansehnliche Wärmeproduktion der Araceen als eine blütenbiologische Anpassung auf, so läßt sich an Hand des Blütenbaues zeigen, wie sich diese Sonderanpassung — den Erwärmungstypen entsprechend — schrittweise entwickelt hat.

Anthocyanzeichnung und Zellmutation; von Ernst Küster. Die sektorenmäßige Verteilung des Anthocyans über Sprosse und Blätter (*Coleus hybridus*) wird durch dasselbe Prinzip der Zellmutation oder inäqualen Zellteilung erklärt, auf das Baur die Entstehung sektorialer Panaschierung zurückgeführt hat. Verfasser nimmt an, daß bei bestimmten Zellteilungen Geschwisterzellen entstehen, die sich hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Anthocyanbildung unterscheiden. Auf den ersten inäqualen Teilungsschritt kann ein zweiter folgen, der jenen wieder rückgängig macht (Zellmutanten und -atavisten), oder ein solcher, der hinsichtlich der ungleichen Verteilung der Qualitäten der Zellen in ganz anderer Richtung sich bewegt als der erste. Ähnliche Übergänge wie bei *Coleus* wurden bei *Urtica dioica* beobachtet.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

MAY 10 1916

U. S. Department of Agriculture

Heft 11.

17. März 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die biologischen Naturwissenschaften. Von *Prof. Dr. Hans Sachs, Frankfurt a. M.* S. 137.

Wege und Abwege naturwissenschaftlicher Volksbücher. Von *Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster.* S. 143.
Neuere Arbeiten über die Dinosaurier. Von *Dr. Th. Arldt, Radeberg.* S. 146.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Die experimentelle Chemotherapie der Spirillosen

(Syphilis, Rückfallfieber, Hühnerspirillose, Frambösie)

Von

Paul Ehrlich und S. Hata

Mit Beiträgen von

H. J. Nichols-New-York, J. Iversen-St. Petersburg, Bitter-Kairo und Dreyer-Kairo

Mit 27 Textfiguren und 5 Tafeln

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 7.—

Ehrlich-Heft der „Naturwissenschaften“

(Jahrgang 1914, Heft 11)

Mit einem Porträt Paul Ehrlichs in Mezzotinto

Preis M. —.60

Der reiche Inhalt des Heftes, dem ein ausgezeichnetes Porträt des berühmten Gelehrten beigelegt ist, gibt ein anschauliches Bild des Lebens und Schaffens von Paul Ehrlich und seiner bewundernswerten Leistungen auf medizinischem und chemischem Gebiete.

Inhalt:

Paul Ehrlich. Von *Prof. Dr. Carl Oppenheimer-Berlin.* — Die Bedeutung der Farbstoffe für Ehrlichs biologische Forschungen. Von *Prof. Dr. Leonor Michaelis-Berlin.* — Die Begründung der experimentellen Chemotherapie durch Paul Ehrlich. Von *Prof. Dr. J. Morgenroth-Berlin.* — Salvarsan und Syphilis. Von *Prof. Dr. C. Bruck-Breslau.* — Zur Salvarsanfrage. Von *Marineoberstabsarzt Dr. Gennrich-Kiel.* — Paul Ehrlich als Chemiker. Von *Dr. L. Benda-Frankfurt a. M.* — Über Immunität. Von *Prof. Dr. Martin Jacoby-Berlin.* — Paul Ehrlichs Anteil an den Fortschritten der Krebsforschung. Von *Prof. Dr. Carl Lewin-Berlin.* — Zuschriften an die Herausgeber: Paul Ehrlich auf dem Gymnasium. Von *Prof. Dr. Rudolf Tardy-Breslau.* — Kleine Mitteilungen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG

Soeben erschien:

DIE CHEMIE DER KOHLE

VON

PROF. DR. F. W. HINRICHSSEN†
UND DIPL.-ING. S. TACZAK

Dritte Auflage

VON

MUCK,
DIE CHEMIE DER STEINKOHLE

MIT 11 FIGUREN IM TEXT

X u. 524 S. GR. 8 — FORMAT 16×24 cm — GEWICHT 855 bzw. 960 g

GEHEFTET M. 15.—; IN LEINEN GEBUNDEN M. 16.50

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

17. März 1916.

Heft 11.

Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die biologischen Naturwissenschaften.

Zum 14. März, dem Geburtstage des Forschers.

Von Prof. Dr. Hans Sachs, Frankfurt a. M.

Am 14. März wurde *Paul Ehrlich* das 62. Lebensjahr vollendet haben. Nicht mehr dem Lebenden können Freunde, Mitarbeiter und Schüler die von Verehrung, Liebe und Dankbarkeit getragenen Wünsche darbringen. Aber die erste Wiederkehr des vor 2 Jahren in festlicher Zuversicht begangenen und auch an dieser Stelle durch ein „Paul-Ehrlich-Heft“ gefeierten Tages nach dem Hinscheiden des großen Forschers soll uns Anlaß sein, uns vor seinen Manen von neuem in ernster Bewunderung zu beugen. Und so wollen wir in diesen Blättern, die der Vermittlung der Fortschritte auf dem Gesamtgebiet der Naturwissenschaften dienen, *Paul Ehrlichs* Bedeutung für die biologische Naturforschung zusammenfassend zu betrachten versuchen!

Freilich eine Aufgabe, der wir uns in den Grenzen des gegebenen äußeren Rahmens nur mit einer gewissen Scheu unterziehen können. Denn das wissenschaftliche Wirken *Paul Ehrlichs* ist, gleichgültig auf welchem besonderen Gebiet der Forschung es Betätigung fand, immer den großen und allergrößten Problemen der Biologie zugewandt gewesen, und die biologischen Naturwissenschaften sind von den tiefdringenden Anregungen seines Geistes so beeinflusst worden, daß eine Schilderung von *Paul Ehrlichs* Bedeutung für die Biologie mit einer Darstellung der Geschichte und des Standes weiter Gebiete biologischer Wissenschaft unserer Zeit fast gleichbedeutend erscheinen könnte¹⁾.

Den Mittelpunkt biologischer Forschung bildet entsprechend der zellulären Betrachtungsweise, welche unserem Verständnis der belebten Natur zugrunde liegt, die Analyse der Zelle. In seinem inneren Wesen ist das gesamte Lebenswerk *Ehrlichs* Zellstudien gewidmet, Zellstudien, denen er überall, wo sein schöpferischer Geist eingriff, eine neuartige Methodik verlieh, in engem Zusammenhang mit der eigenartigen Erfassung des Problems. So handelt es sich in der langen

Kette von Arbeitsgebieten, denen *Paul Ehrlich* sein Interesse schenkte, im tiefsten Sinne immer um die Ergründung von *Partialfunktionen* der Zelle. Deren Unterscheidung war ihm Ziel des Strebens, sei es, daß, wie im ersten Zeitraum seines Schaffens, die relativ einfachen und unmittelbar für die Histologie von so großer Bedeutung gewordenen farbenanalytischen Studien erstanden, sei es, daß er in der Spätperiode seines Wirkens der Biologie war, dem Nutzenanwendungen von größter praktischer Bedeutung zu ziehen vergönnt wurde.

Kaum jemals hat *Paul Ehrlich* die hergebrachten Geleise des Forschungsweges benutzt. Hierin liegt seine Größe, hieraus erklärt sich auch, daß die Ergebnisse seines wissenschaftlichen Wirkens zuweilen nur mühsam die ihnen gebührende Anerkennung fanden. Sein Werk ist von Jugend auf von einer *Idee* getragen, die von größter Einfachheit erscheint, die er aber mit einer bewundernswerten Überzeugungstreue festhielt bis an sein Lebensende, die er den durch die Fragestellung gegebenen Verhältnissen in immer neuer Form anzupassen wußte, die er zu meistern verstand, wie es nur dem Genius vergönnt ist. *Ehrlichs* Denken war geleitet von den Richtlinien der Chemie. Er hat ebensowenig eine chemische wie eine bestimmte biologische Schule im eigentlichen Sinne des Wortes durchgemacht. Aber er beherrschte das Wesen biologischen und chemischen Geschehens in einer ihm eigenen, man möchte sagen, künstlerischen Machtvollkommenheit. Die unbeirrbar, feste Überzeugung, daß in der belebten Natur *chemische Kräfte* allein oder zum mindesten an erster Stelle die ausschlaggebende Rolle spielen, ließ seiner geistvollen Phantasie ein strukturelles Bild von der Beschaffenheit der Zellen und Gewebe erstehen, das sich ihm mit unbezwingbarer Kraft einprägte, und dessen Experimentalanalyse er in so glücklicher Weise zu leiten wußte.

Die *Partialfunktionen der Zelle*, die er zu ergründen suchte, waren ihm nichts anderes als chemische Energien, bedingt durch die eigenartige stereochemische Konfiguration der Protoplasmamoleküle und ihrer Atomgruppierungen. Diese chemischen Kräfte betrachtete *Ehrlich* als Grundlagen jeder biologischen Wirkung, mag sie sich nun in einer histologisch nachweisbaren Differenzierung von Zellteilen äußern, mag sie zu einer Veränderung oder zu einer Schädigung der Zellfunktionen führen. Entsprechend einpassende Atomgruppierungen müssen demnach diejenigen Stoffe besitzen,

¹⁾ Einen vollkommenen Überblick über *Ehrlichs* Leistungen, deren lückenlose Schilderung nicht Absicht dieser Zeilen ist, gewährt die Festschrift zu *Paul Ehrlichs* 60. Geburtstag: „Paul Ehrlich, eine Darstellung seines wissenschaftlichen Wirkens“. Jena, Fischer, 1914.

Zur rascheren Orientierung sei auf die schon genannte, aus gleichem Anlaß erschienene Festnummer dieser Wochenschrift (2. Jahrg., Heft 11, 1914) verwiesen.

welche auf das Protoplasma wirken. Die Grundlage jeder Wirkung ist die Absättigung der chemischen Aviditäten durch gegenseitige Verbindung. So entsteht jenes, das Lebenswerk durchziehende Axiom, das *Ehrlich* in späteren Jahren in die Worte *corpora non agunt nisi fixata* zusammenfaßte.

* * *

Für die *Histologie*, deren Studium die frühen Jahre von *Ehrlichs* Wirken galten, bedeutete diese Art zu denken und zu arbeiten eine tiefgreifende Erweiterung des Forschungsbereiches. Während der histologischen Forschung früher im wesentlichen die Ergründung der morphologischen Eigenart zugrunde lag, hat sie wesentlich durch *Ehrlich* einen neuartigen biologischen Charakter angenommen. Die *farbenanalytischen Studien*, mit denen *Ehrlichs* Laufbahn als Forscher schon während seiner Studentenzeit begann, bedeuteten für die Untersuchung der Zellen und Gewebe gewissermaßen die Einführung der Experimentalanalyse. Durch seine gründliche Beherrschung der Chemie und durch die Entwicklung der Anilinfarbenindustrie ausgerüstet mit einem großen Material vorzüglich geeigneter Hilfsmittel, griff er die Probleme seiner Betätigung an. Die chemische Konstitution der Farben bot dabei die Möglichkeit, aus der Färbung der Zellen und ihrer Teile auf ihre chemische Beschaffenheit zu schließen; die Farbnatur erlaubte eine leichte makroskopische oder mikroskopische Übersicht über diejenigen Stellen, an denen die Reaktion eingetreten war. So wurde durch *Ehrlich* die Farbenanalyse zu einer experimentell-biologischen Wissenschaft, die durch das Studium der Verteilung von Farbstoffen im Organismus oder in Zellen und Geweben die biochemische Art der Natur zu ergründen zum Ziel hatte. *Ehrlich* selbst hat durch eigene Arbeit das von ihm begründete Gebiet nach zahlreichen Richtungen hin erschlossen. In unmittelbarem Zusammenhange mit bedeutsamen Fragen auf dem Gebiete der praktischen Medizin entstand derart die Lehre von der *Histologie und Pathologie des Blutes*. Von Bedeutung für die praktische Medizin war dieses von *Ehrlich* errichtete Lehrgebäude dadurch, daß es durch mikrochemische Farbreaktionen neue Zellarten im Blute zu scheiden und in ihrer bei bestimmten Krankheiten erfolgenden charakteristischen Verschiebung oder in ihrem Neuauftreten das Krankheitsbild als solches zu erkennen erlaubte. So ergab sich die Möglichkeit, die einzelnen Blutkörperchen durch mikroskopische (farbenanalytische) Untersuchung der Beschaffenheit des Blutes zu diagnostizieren.

Für die Biologie aber ist das von *Ehrlich* entdeckte Tatsachenmaterial an sich von der größten Bedeutung. Es zeigt, daß eine Reihe verschiedener Formen von Blutzellen scharf unterschieden werden können. Vor allem verdankt

die Wissenschaft *Ehrlich* die Kenntnis der eigenartigen Körnelungen (*Granula*) der weißen Blutkörperchen und ihrer Funktionen. Ihre verschiedenartige chemische Beschaffenheit konnte durch die Verwandtschaft zu neutralen, basischen oder sauren Farbstoffen mittels elektiver Färbungen festgestellt werden. So kennt man durch *Ehrlich* neben den *Mastzellen*, einer durch besondere Granula ausgezeichneten Form von Bindegewebszellen, verschiedene Typen der weißen Blutkörperchen und unterscheidet sie nach dem mikrochemischen Verhalten ihrer Körnelungen als *neutrophile*, *basophile*, *acidophile* (eosinophile) Zellen. Dieser neuartige Weg der Zellenanalyse war für zahlreiche Fragen von maßgebendem Einfluß. So führte er auch dazu, die Herkunft bestimmter Arten von weißen Blutkörperchen aus den entsprechenden Organen zu bestimmen.

Mikrochemische Reaktionen ähnlicher Art waren es auch, mit denen *Ehrlich* dazu gelangte, den Nachweis der Verteilung des *Glykogens* in den Zellen und Geweben zu führen und die *Verteilung des Alkalis* festzustellen. Mit der von ihm ersonnenen Methode zum Nachweis von freiem Alkali durch die Verwendung der freien Farbsäure des Jodeosins konnte nicht nur im Blute, sondern auch in pflanzlichen Geweben die Alkaliverteilung bestimmt werden. Auch hier ist das Ergebnis durch die Entstehung des roten Farbsalzes leicht abzulesen. Nur hingewiesen sei an dieser Stelle auf die von *Ehrlich* entdeckte, zu größter Bedeutung gelangte *spezifische Färbung der Tuberkelbazillen*.

Wesentlich bei der von *Ehrlich* begründeten Farbenanalyse der Zellen und Gewebe ist zugleich das Bestreben, die Zellen möglichst unverändert in einem dem Leben entsprechenden Zustande zu treffen. So war es ihm von Anfang an wichtigste Bedingung, nur solche Verfahren zur Vorbereitung für die Färbung zu benutzen, welche die *chemische Individualität* möglichst unverändert lassen. Für die histologische Methodik entstand dadurch das sogenannte *Trockenpräparat*, d. h. die Färbung des an das Deckglas bei Zimmertemperatur angetrockneten und sodann event. erhitzten Materials. Das Verfahren, das der bakteriologischen Methodik *Robert Kochs* entnommen war, wurde von *Ehrlich* auf Grund biologischer Betrachtung mit vollem Bewußtsein des ihm vorschwebenden Zweckes in die histologische Analyse eingeführt. Denn gerade chemische Veränderungen durch die Vorbereitung des Präparates, wie sie durch Verwendung von Alkohol, Osmiumsäure und anderen sonst benutzten Mitteln möglich sind, wollte er vermeiden, um die *biologische* Natur der Zellen zu erhalten.

Diese feste Überzeugung von der Notwendigkeit der unveränderten Beschaffenheit der zu färbenden Zellen und Gewebe bei Schlußfolgerungen auf den vitalen Aufbau und die Funktion des Organismus führten *Ehrlich* dann zu der Ein-

führung einer neuen grundlegenden Form der Farbenanalyse, zu der Methode der *vitalen Färbung*.

Ehrlich war überzeugt, daß die „Färbung des Toten oder Ertöteten uns nur rein anatomische Aufschlüsse über die Struktur und Architektonik der Gewebe geben kann, uns aber in betreff der Eigenschaften der lebenden Zellen, die den Biologen am meisten interessieren, vollkommen im Stich läßt. Will man diese Funktionen kennen lernen, so muß man die normalen Gewebe mitten auf der Höhe ihrer Funktion tingieren, d. h. den Färbungsakt in den Organismus selbst verlegen. Es ergibt sich hieraus die Notwendigkeit der vitalen Farbzuführung“ Die Bedeutung dieses von *Ehrlich* gezeichneten Programms ergibt sich am besten aus der Entdeckung der „*Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz*“ durch *Ehrlich*. Es handelt sich dabei um ein zu großer Berühmtheit gelangtes Beispiel der vitalen Färbung. Im Grunde genommen ist auch hier das verbindende Leitmotiv von *Ehrlichs* gesamter Forschung, die Experimentalanalyse der Beziehungen zwischen Konstitution und Verteilung, die treibende Kraft. Nur bilden die Studien über die vitale Färbung gewissermaßen den Übergang von den rein histologischen Arbeiten am fixierten mikroskopischen Präparat zur Erforschung der Wirkungsart der zur Behandlung von Krankheiten dienenden Stoffe. Bei der Einverleibung von Methylenblaulösungen in den lebenden Organismus hat sich gezeigt, daß dieser Farbstoff eine außerordentliche Verwandtschaft zu den feinsten Verzweigungen der Achsenzylinder besitzt und es dadurch möglich ist, den Verlauf der Nerven bis zu ihren Endigungen mit großer Deutlichkeit zur Darstellung zu bringen. Diese Methylenblaumethode ist daher für das Studium des gesamten Nervensystems zu großer Bedeutsamkeit gelangt.

Die Ursache dafür, daß das Methylenblau dabei nicht alle Nerven gleichmäßig färbt, erblickte *Ehrlich* unter Betonung der Bedeutung der alkalischen Reaktion in dem Grade der Sauerstoffsättigung an den verschiedenen Stellen des Organismus. Dort, wo die Sauerstoffsättigung am größten ist, tritt auch die stärkste Methylenblaureaktion ein und umgekehrt. Gerade das Moment der Sauerstoffsättigung in den Zellen und Geweben spielt in einem wesentlichen Teil von *Ehrlichs* Arbeiten eine hervorstechende Rolle.

* * *

Das Studium der Sauerstoffsättigung bzw. der *Sauerstoffavidität* der Zellen und Gewebe ist bei der Rolle, welche den Verbrennungsvorgängen im Organismus zukommt, natürlich von größter biologischer Bedeutung. Wenn man den Grad der Sauerstoffbindung im Organismus zu bestimmen imstande ist, so erhält man zugleich ein Maß für die Intensität der an den betreffenden Stellen möglichen Oxydation. Denn man kann

erwarten, daß dort, wo die lockerste Sauerstoffbindung vorhanden ist, auch infolge leichtester Sauerstoffabgabe die besten Vorbedingungen für den Oxydationsprozeß bestehen und umgekehrt. In die sich von diesem Gesichtspunkte aus ergebenden schwierigen Fragen Aufklärung zu bringen und zugleich in die Topik der Verbrennungsprozesse einen Einblick zu erlangen ist das Ziel, das *Ehrlich* in seiner berühmten Monographie *Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus* zu erreichen suchte.

Es ist von großem Interesse und schon durch die Methodik von maßgebender Bedeutung, mit wie wunderbarem Geschick *Ehrlich* diese Fragestellung durch die vitale Farbenanalyse in Angriff genommen hat. Er betrachtete das Reduktionsvermögen des Protoplasmas als Maß der Sauerstoffverwandtschaft. Seinem biologischen Spürsinn und seiner souveränen Beherrschung der Chemie gelang es, diejenigen Momente scharf herauszufinden, welche zur erfolgreichen Analyse führen konnten. Die Farbnatur der benutzten Reagentien bot ihm das leicht feststellbare Kriterium des Versuchsergebnisses. Um die Sauerstoffaffinität im Organismus zu bestimmen, wählte er Farbstoffe aus, die glatt, aber in verschiedenem Grade zu den farblosen Leukoverbindungen reduziert werden und aus diesen durch Sauerstoffaufnahme wiederum leicht reoxydabel sind. Durch die Erkenntnis der sich durch das Verhalten im Organismus ergebenden Schwierigkeiten, insbesondere auch des Ausschlusses unlöslicher Farbstoffe, beschränkte sich die Auswahl im wesentlichen auf 2 Verbindungen, das schwerer reduzierbare Alizarinblau und das besonders leicht reduzierbare Indophenolblau (bzw. Indophenolweiß). Ersteres zeigt durch den Widerstand gegenüber der Reduktion nur die Orte höchster Sauerstoffgier an. Letzteres wird schon an Stellen mit geringer Sauerstoffaffinität zum Leukoprodukt, dem Indophenolweiß, reduziert. Es handelt sich also um ein überaus ingenios ersonnenes Verfahren, und tatsächlich gelang es *Ehrlich* durch die Feststellung des Vorhandenseins der Farbstoffe als solcher und in Form von Leukoverbindungen, in den einzelnen Teilen des Organismus, dem der Farbstoff injiziert worden war, verschiedene Grade der Sauerstoffaffinität festzustellen.

Die Richtigkeit der Voraussetzungen, welche dieser Anordnung der Versuche zugrunde lagen, ergab sich schon daraus, daß wirklich diejenigen Stellen, welche Alizarinblau zu reduzieren imstande waren, auch das Indophenol in das Indophenolweiß überführten. Keineswegs gilt aber das Umgekehrte. Die meisten Protoplasmaarten reduzierten wohl das leicht zugängliche Indophenol, ließen indes das schwerer angreifbare Alizarinblau intakt. So ergab sich die Möglichkeit einer *topographischen Analyse der Sauerstoffverwandtschaft*, und *Ehrlichs* Monographie enthält neben einem reichen Tatsachenmaterial

über den Chemismus der verwandten Farbstoffe, ihre Wirkung und Verteilung, über die durch sie bedingten Vergiftungserscheinungen eine Fülle bedeutsamer Folgerungen und geistreicher Anregungen für zahlreiche Probleme der Physiologie und Biologie. Schon die Tatsache, daß das Protoplasma ein mehr oder weniger starkes Reduktionsvermögen besitzt, also Sauerstoff zu binden imstande ist, war von grundlegender Bedeutung und stand im Gegensatz zu der Lehre des Physiologen *Pflüger*, der eine vollkommene Sättigung der Sauerstoffaffinität des Protoplasmas annahm. Indem *Ehrlich* dem Protoplasma einen *sauerstoffungesättigten* Zustand zuschreibt, unterscheidet er zugleich im Protoplasamolekül Sauerstofforte verschiedener Affinität, von denen die höchst aviden normalerweise gesättigt sind, die nächste Stufe während der normalen Funktion bald reduziert, bald oxydiert wird, die dritte stets unbesetzt bleibt. So entsteht das „*Janusgesicht*“ des Protoplasmas: die Fähigkeit, durch die gesättigten Orte oxydativ zu wirken und zugleich durch die ungesättigten Gruppen zu reduzieren.

Durch die Farbenanalyse mittels Alizarinblau und Indophenolblau wurde nun gezeigt, daß sich die einzelnen Organe sehr verschieden verhalten, daß bei demselben Organ die Tierart, der funktionelle Zustand für den Grad des Reduktionsvermögens von Bedeutung sind. Um nur einige Beispiele hervorzuheben: so gehören Lunge, Leber, Fettgewebe zu denjenigen Organen, welche nicht nur Indophenol-, sondern auch Alizarinblau reduzieren, also den stärksten Grad der mit diesen beiden Farbstoffen meßbaren Sauerstoffaffinität besitzen. Andere Organe, wie die überwiegende Masse der Muskulatur, fast alle Drüsenparenchyme reduzieren nur Indophenol, und eine dritte Gruppe ist auch hierzu nicht imstande. Zu letzterer gehören außer dem Herzen, dem Hirngrauganz bestimmte Muskeln (Augen-, Kehlkopf- und Zwerchfellmuskulatur).

Ehrlich hat bei diesem durch Sauerstoffsättigung ausgezeichneten Teil der Muskulatur von *meistbegünstigten* Muskeln gesprochen. Sie besitzen wegen ihrer besonderen Dignität bessere Blutversorgung als andere weniger bedeutungsvolle Orte und sind dementsprechend auch stärker mit Sauerstoff gesättigt. Es ist von besonderem Interesse, daß an den gleichen Stellen Methylenblau die Nervenendigungen vorzüglich darstellt, daß gerade hier auch nach der Zufuhr gewisser anderer Stoffe (Paraphenyldiamin) charakteristische Veränderungen (vitale Braunfärbung durch Oxydationsprodukte) wahrzunehmen sind, und daß schließlich an denselben Muskelgruppen sich Trichinen mit Vorliebe ansiedeln. Die gewaltige Bedeutung, die einer derartigen neuen Forschungsrichtung, wie sie von *Ehrlich* im „Sauerstoffbedürfnis“ begründet wurde, zukommt, ergibt sich schon aus diesen kurzen Andeutungen. Auf die Fülle von Anregungen, die dieses Buch zugleich für zahlreiche

Fragen über den biologischen Chemismus des Zellebens, für die Lehre von den Drüsenfunktionen u. a. enthält, sei hier nur hingewiesen.

Ganz besonders aber ist das Sauerstoffbedürfnis bei einer Würdigung der Bedeutung von *Ehrlichs* Wirken dadurch bemerkenswert, daß es zu ersten Male jene grundlegenden Vorstellungen von der Konstitution und den biochemischen Eigenschaften des Protoplasmas enthält, welche für *Ehrlichs* weitere Forschung maßgebend geworden sind. Die Unterscheidung mehrerer Sauerstofforte von verschiedener Avidität bildet bereits die Grundlage derjenigen Anschauungen, zu denen *Ehrlich* später über die Bedeutung der Seitenketten und ihrer Avidität für die Immunitätserscheinungen und zahlreiche Gebiete biologischer Gesetzmäßigkeit gelangt ist. In Anlehnung an die Anschauungen der organischen Chemie hatte schon damals *Ehrlich* angenommen, „daß im lebenden Protoplasma ein Kern von besonderer Struktur die spezifische Eigenart der Zelleistung bedinge, und daß an diesen Kern sich als Seitenketten Atome und Atomkomplexe anlagern, die für die spezifische Zelleistung von untergeordneter Dignität sind, nicht aber für das Leben überhaupt“. Solchen Seitenketten wurde die beherrschende Rolle bei der physiologischen Verbrennung zugeschrieben, anderen aber in gewissem Gegensatz schon damals eine wesentliche Bedeutung bei den nutritiven Vorgängen überhaupt vindiziert. Und so enthalten diese Ausführungen über Konstitution und Funktion des Zellprotoplasmas bereits den Kern zu der später berühmt gewordenen *Seitenkettentheorie*.

* * *

Während es sich bei den vitalen Farbstoffstudien im „Sauerstoffbedürfnis“ mehr um das Schicksal der gespeicherten Stoffe als Folge der Leistungsfähigkeit von Zellen und Geweben handelt, spielt bei den vitalen Färbungen im engeren Sinne die *chemische Avidität* der lebenden Bestandteile zu den Farbstoffen die wesentliche Rolle. Hier sind es Farbspeicherungen, deren Art für das Leben charakteristisch ist und sich von der Farbstoffaufnahme durch totes Material wohl unterscheidet. Neben der schon erwähnten, von *Ehrlich* entdeckten Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz seien noch die Färbung der Zellgranula mit Neutralrot, vitale Färbungen mit Brillanteresylblau, dem von *L. Michaelis* auf Veranlassung *Ehrlichs* untersuchten Diazingrün u. a. genannt. Zu wie großer Bedeutung und vielseitiger Verwertung das von *Ehrlich* gelehrt Prinzip der vitalen Färbung befähigt ist, zeigen insbesondere die neueren Untersuchungen von *Goldmann*, der unter Verwendung von Pyrrolblau¹⁾, Isaminblau, Trypanblau

¹⁾ Die wesentlichen Ergebnisse *Goldmanns* beziehen sich übrigens auf Isaminblau und nicht auf Pyrrolblau. Es erklärt sich das vermutlich dadurch, daß dem genannten Forscher ursprünglich Isaminblau

zu einer Reihe von bedeutungsvollen Ergebnissen auf dem Gebiete der Histologie und Physiologie gelangte und auch die Methode der vitalen Färbung auf Probleme der Pathologie, zumal der Gehirnforschung, ausgedehnt hat.

Die gewaltige Bedeutung der durch *Ehrlich* begründeten Forschungsrichtung auch für die Fragen der praktischen Medizin erhellt freilich erst in vollem Umfange, wenn man seine Farbstoffstudien als Mittel zum Zweck betrachtet oder, wie man nach der Feststellbarkeit des Ergebnisses sagen darf, als primitivste Form des Studiums der Verteilungsgesetze im Organismus. Wie sich hier engste Übergänge zu den Fragen der therapeutischen Beeinflussbarkeit ergeben, zeigen die von *Ehrlich* schon in der eigentlichen Periode der farbenanalytischen Studien gezogenen Konsequenzen. In der biologischen Tatsache, daß „gewisse Farbkörper zu bestimmten Organteilen besondere Affinitäten besitzen“, erblickte er einen „Anreiz zur therapeutischen Verwertung im Sinne einer lokalisierenden Organtherapie. Zweck einer solchen ist es, die Gesamtheit der Stoffe festzustellen, welche sich bei der Einverleibung in Zellen bestimmter Organe aufspeichern, und aus der Reihe dieser Stoffe Mittel zu finden, welche bei krankhaften Veränderungen der betreffenden Organe therapeutisch wirksam sind.“ Im Sinne dieses hier vorgezeichneten Programms versuchte *Ehrlich* zunächst auf Grund der von ihm festgestellten Verwandtschaft des Methylenblau zum Nervensystem diesen Farbstoff als schmerzstillendes Mittel zu benutzen.

In gleicher Richtung liegen aber auch zahlreiche Versuche mit Farbstoffen, welche zeigen sollten, auf welche Körper das Nervensystem eine spezifische Anziehung ausübe. Dabei ergab sich, daß in der Reihe der basischen Farbstoffe eine größere Anzahl *nervenfärbende Pigmente* sind. *Ehrlich* bezeichnet diese Substanzen als „*neurotrope*“ Farbstoffe. Im Gegensatz dazu sind fast alle Farbsäuren und insbesondere alle Sulfosäuren unbefähigt, die Hirnsubstanz zu färben. Die Ursache erblickt *Ehrlich* in der alkalischen Beschaffenheit des Blutes, indem er nur solchen Stoffen eine Aufnahmefähigkeit durch das Nervensystem zuschreibt, welche in den Säften des Organismus nur locker gebunden sind, also basischen Substanzen. Daß die Einführung der Schwefelsäuregruppe in diesem Sinne genügt, um den Verteilungsvorgang so deutlich zu ändern, entspricht dem allgemeinen pharmakologischen Gesetz der *therapeutischen* (entgiftenden) *Bedeutung der substituierenden Schwefelsäuregruppe*. So ergaben sich auf Grund der von *Ehrlich* begründeten Forschungsrichtung mittels

unter irrtümlicher Bezeichnung als Pyrrolblau übergeben worden war und die Aufklärung dieses Irrtums erst später durch einen Zufall erfolgen konnte. Für weitere vitale Färbungsversuche in der genannten Richtung empfiehlt sich daher nur die Verwendung des Isaminblaus.

vitaler Farbstoffzuführung Folgerungen von gleich großer Bedeutung für die Biologie und Pharmakologie, und es darf dabei die Erkenntnis der interessanten engen Beziehungen zwischen *Neurotropie* und *Lipotropie*, d. h. der Aufnahme der Farbstoffe durch die Hirnsubstanz und das Fettgewebe, nicht unerwähnt bleiben, zumal sie in Hinblick auf spätere Theorien der Narkose von besonderer Wichtigkeit erscheint.

Eine ausgesprochene Lipotropie hat *Ehrlich* auch beim *Thallin* festgestellt, einem früher als Antipyreticum benutzten Stoff. Hier hat *Ehrlich*, wie auch in vielen anderen Fällen, die Verteilung indirekt mittels Farbreaktionen beobachtet. Er benutzte dazu die Tatsache, daß das Thallin durch oxydierende Agentien in einen dunkelgrünen Farbstoff umgewandelt wird. Schon in den Arbeiten über das Thallin, wie auch in den *Studien in der Kokainreihe* und zahlreichen späteren Arbeiten *Ehrlichs* und seiner Schüler, sehen wir die Analyse der Bedeutung von Konstitution und chemischer Variation für Verteilung und Wirkung pharmakodynamisch wirkender Stoffe im Vordergrund der Betrachtungen stehen. Überall finden wir ergebnisreiche Ausbeute für die Pharmakologie und Toxikologie in engstem Zusammenhange mit der Erfassung der Probleme auf biologischer Grundlage.

Methodisch fallen schließlich in ähnliche Richtung die von *Ehrlich* entdeckten Verfahren zur Untersuchung des Harns, die *Diazoreaktion* und die *Dimethylamidobenzaldehydreaktion*, bei denen es sich darum handelt, durch die Kuppelung zu Farbstoffen sonst nicht nachweisbare Ausscheidungsprodukte festzustellen.

* * *

Ehrlichs Arbeiten über vitale Färbung, seine Studien über Konstitution, Verteilung und Wirkung führten aber schließlich in folgerichtigem Aufstieg zu demjenigen Gebiet, das zugleich der gewaltigen Bedeutung von *Ehrlichs* Forschungsrichtung für die Praxis sichtbarsten Ausdruck lieh, der *experimentellen Chemotherapie*. Man muß auch *Ehrlichs* chemotherapeutische Studien, wenn sie dem Fernerstehenden wohl in erster Linie praktischen Zielen geltend erscheinen mögen, vom biologischen Gesichtspunkte aus, und zwar als Großtaten biologischer Forschung werten. Sie haben im praktischen Endergebnis zu der Auffindung eines der wirksamsten Mittel des Arzneischatzes, des Salvarsans, geführt; aber im wissenschaftlichen Sinne sind sie an erster Stelle als Marksteine in der Geschichte biologisch-therapeutischer Wissenschaft zu betrachten, nicht nur durch den Erfolg, der ihnen zuteil wurde, sondern auch durch das Programm, das sie für die zukünftige Forschung aufstellten.

Bei *Ehrlichs* eigentlichen *chemotherapeutischen Studien* handelt es sich um die Bekämpfung von Infektionskrankheiten, bei denen also die Krankheitsursache in den Organis-

mus hineingelangende Kleinlebewesen, *Parasiten*, darstellen. Auch in dieser Richtung begann *Ehrlich* mit Farbstoffstudien. Schon frühzeitig hatte er das *Methylenblau*, in dem er einen für die Bakterienfärbung besonders geeigneten Farbstoff erkannt hatte, zur Bekämpfung der Malaria nicht ohne Erfolg benutzt. Das Problem, zu erfolgreicher Chemotherapie zu gelangen, schwebte ihm in klarer Zeichnung vor. Es mußten Chemikalien aufgefunden werden, welche zu den Krankheitserregern eine besonders starke Verwandtschaft besitzen, bei denen aber die letztere, die *Ätiotropie* (Parasitotropie), die Verwandtschaft zu den Organen, die *Organotropie*, bei weitem überwiegt. Nur das geeignete Objekt zu systematischer *experimenteller* Analyse fehlte noch, zumal die Erfahrungen über Wirkung von Desinfektionsmitteln bei experimentellen Infektionen eine zu große Giftigkeit für den Wirtsorganismus ergeben hatten.

Die ersuchte Gelegenheit zur Ausführung des Programms boten aber *Ehrlich* die tierpathogenen Trypanosomen. Die Bedeutung, welche die nun folgende Arbeit, in ihrer Eigenart gekennzeichnet durch engstes Zusammenwirken von Chemie und biologischem Experiment, für die Forschung annahm, ist in frischer Erinnerung. Führt sie doch zu den in rascher Folge aus *Ehrlichs* Arbeitsstätte bekannt gewordenen Entdeckungen, welche seinen Namen nicht nur im Reiche der Wissenschaft mit neuem Glanz krönten, sondern ihn in die gesamte Kulturwelt trugen. Jetzt war es *Ehrlich* vergönnt, sein Ideal in schönster Weise verwirklicht zu sehen, es war ihm geglückt, zu zeigen, daß man *zielen lernen kann durch chemische Variationen*. So wurde *Ehrlich* der Begründer der experimentellen Chemotherapie. An späterer Stelle soll auf die für allgemeinbiologische Fragen grundlegend gewordenen Ergebnisse noch besonders eingegangen werden. Aber das gesamte Gebiet der Chemotherapie, wie es *Ehrlich* erschlossen hat, ist eigentlich nichts anderes als experimentelle Biologie bzw. experimentelle Pathologie. Die Heilwirkung erscheint im Lichte der Betrachtungsweise *Ehrlichs* nur als der Ausdruck einer besonderen Verteilungsform, die eben dann am günstigsten ist, wenn der Heilstoff maximale Verwandtschaft zum Krankheitserreger besitzt und den erkrankten Organismus nur in minimaler Weise oder gar nicht zu schädigen vermag. Ausschlaggebend ist daher das Verhältnis von Parasitotropie zu Organotropie, oder, zahlenmäßig ausgedrückt, der *therapeutische Koeffizient*, der das Verhältnis zwischen Heildosis (dosis curativa) und der gerade noch ertragenen Dosis (dosis tolerata) angibt. So sind Unterschiede erklärlich zwischen chemotherapeutischer Wirkung auf die Parasiten im Wirtsorganismus und im Reagenzglas einerseits, zwischen der Beeinflussbarkeit bei Infektion verschiedener Tierarten andererseits.

Aus der systematischen Untersuchung einer

Fülle von chemischen Stoffen (Benzidinfarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Acridinfarbstoffe und andere Substanzen von „orthochinoider“ Konstitution, Arsenverbindungen u. a.) ergaben sich ungezählte Anregungen und Ausblicke für diesen neuen Zweig experimentell-therapeutischer Forschung. Neben ihrem reichen Ergebnis in chemischer Hinsicht waren diese Arbeiten für die Probleme der therapeutischen Biologie bahnbrechend. Schon der erste Erfolg *Ehrlichs* in der Chemotherapie, die Auffindung eines Benzidinfarbstoffes, des *Trypanrots*, mit ausgezeichnete Wirkung auf die Trypanosomeninfektion bot ein Tatsachenmaterial von größtem Interesse. Mit dem Trypanrot war es zum ersten Male gelungen, eine sicher tödlich wirkende Infektionskrankheit der Maus durch eine einmalige Behandlung zu heilen. Zugleich ergab sich die bedeutende Tatsache, daß das Trypanrot im Reagenzglas die trypanosomenabtötende Wirkung, die ihm im lebenden Körper zukommt, nicht besitzt, also eine *indirekte* chemotherapeutische Funktion ausübt, wie sie auch späterhin in der Chemotherapie oft beobachtet wurde. Die Bedeutung dieser Feststellung liegt darin, daß sie zeigte, wie unberechtigt es ist, von wirksamen chemotherapeutischen Stoffen ohne weiteres eine „desinfizierende“ Kraft im eigentlichen Sinne zu erwarten, bzw. gerade in Desinfektionsmitteln die Eignung zur therapeutischen Beeinflussung im erkrankten Organismus zu suchen. *Ehrlich* nahm zunächst zur Erklärung eine Bildung wirksamer Reaktionsprodukte im Tierkörper an, wie sie für gewisse Arsenverbindungen in der Tat wahrscheinlich erscheint. Die „indirekte“ Wirkung des Trypanrots wurde von *Ehrlich* später allerdings andersartig zu deuten versucht. Er erblickte ihr Wesen in einer *Aufhebung der Fortpflanzungsfähigkeit* der Trypanosomen ohne Beeinflussung der Beweglichkeit und anderer Lebenserscheinungen und gelangte dadurch auch zu einer Scheidung zweier biologischer Substrate im Parasitenleib, von denen das eine für die Beweglichkeit, das andere für die Vermehrung des Protoplasmas maßgebend ist.

Die Auffindung des Trypanrots führte dazu, daß nun von vielen Seiten Farbstoffe zu chemotherapeutischen Versuchen herangezogen wurden. Die Bedeutung chemischer Substitution und Variation für das biologisch-therapeutische Verhalten der Chemikalien war von *Ehrlich* aufs deutlichste erwiesen worden, und so ist ihm neben den gewaltigen Ergebnissen, mit denen er selbst die Wissenschaft bereicherte, zugleich der richtungweisende Einfluß zu danken, den er durch die experimentelle Begründung seines Prinzips der Bedeutung der Konstitution für Verteilung und Wirkung auf Gegenwart und Zukunft der Forschung ausgeübt hat. Den größten praktischen Erfolg hat das konsequente Studium des Einflusses der chemischen Substitution auf das biologische Verhalten bei den *Arsenverbindungen*

gehabt. Hier hat *Ehrlich* das Gebiet zunächst in chemischer Hinsicht erschließen müssen, indem er zeigte, daß die Ausgangssubstanz, das *Atoxyl*, nicht, wie man früher annahm, als Metaarsensäureanilid aufzufassen ist, sondern das zur chemischen Variation sehr geeignete Natriumsalz der p-Aminophenylarsinsäure (Arsanilsäure) darstellt. Diese Erkenntnis war grundlegend. Denn erst jetzt konnte sich der grandiose Bau der Chemotherapie der aromatischen Arsenverbindungen entwickeln, die über das *Arsacetin*, das *Arsenophenylglycin* zum Dioxydiamidoarsenobenzol, dem *Salvarsan*, führten.

Als biologisches Grundgesetz ergab sich, daß durch sukzessive Reduktion die Parasitotropie zunimmt, die Organotropie sinkt, im engen Zusammenhange damit, daß nur diejenigen Arsenverbindungen, in denen das Arsen 3-wertig ist, eine direkte chemotherapeutische Wirkung ausüben. Der Widerspruch, der scheinbar darin besteht, daß trotzdem Verbindungen mit 5-wertigem Arsen, wie das *Atoxyl*, chemotherapeutisch wirken können, spricht nur im gleichen Sinne. In diesen Fällen handelt es sich eben wieder um eine indirekte Wirkung, indem im Organismus durch Reduktion Verbindungen mit 3-wertigem Arsen entstehen.

Die Bedeutung von *Ehrlichs* chemotherapeutischem Werk für die Biologie im engeren Sinne liegt wesentlich darin, daß *Ehrlich* in seinen experimentell-therapeutischen Studien die Fragestellungen stets in doppelter Richtung formulierte. Während auf der einen Seite das Studium der Verteilung der chemischen Stoffe Ziel des Strebens war, suchte er auf der anderen Seite die Konstitution der Zelle in ihrer Beziehung zur chemotherapeutischen Beeinflussbarkeit zu ergründen. Für die Wirkung der chemotherapeutischen Stoffe mußten in seiner biologischen Betrachtungsweise unbedingt geeignete chemische Affinitäten im Parasitenprotoplasma vorhanden sein, *Partialfunktionen* der Zelle.

(Schluß folgt.)

Wege und Abwege naturwissenschaftlicher Volksbücher¹⁾.

Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster.

Wir haben heute eine reiche Literatur beschreibend naturwissenschaftlicher Volksbücher.

¹⁾ Es erschien mir lohnend, die in diesem Aufsatz entwickelten Gedanken, namentlich in dem historischen Teil, durch einige Titelangaben zu erläutern, da diese Entwicklung wenig bekannt und in historischen Darstellungen bisher vernachlässigt ist. Um diese Noten aber nicht zu sehr anschwellen zu lassen, habe ich mich im ganzen auf die mir historisch vertrautere Botanik beschränkt, ein Vorgehen, das aber auch in der Entwicklung dieses Gebietes und seiner Literatur eine Stütze findet. Für den gegenwärtigen Büchermarkt verzichtete ich absichtlich auf Titel, da dann mit Recht auf Einzelheiten eingehende Kritik verlangt werden könnte, zu der hier der Raum fehlt.

Ihr Hauptmerkmal soll ihrem Namen nach die Bestimmung oder wenigstens Zugänglichkeit für ein breites Laienpublikum sein. Weniger sicher als dies läßt sich angeben, was der Zweck ist, den solche Bücher bei den Lesern erfüllen sollen. Es sind drei Möglichkeiten dabei ins Auge zu fassen: Darbietung von Kenntnissen für einen bestimmten Zweck, Befriedigung planmäßigen Bildungsbedürfnisses und Unterhaltung. Diese drei Aufgaben haben sich zu verschiedenen Zeiten in der historischen Entwicklung bemerkbar gemacht.

In der ersten Periode (gedruckter) naturwissenschaftlicher Literatur gab es nur eine Gruppe von Autoren und nur eine von Lesern. Die (nicht zahlreichen) Gelehrten boten in den umfangreichen Werken (wie etwa den Kräuterbüchern) ihren zum größten Teil aus den Werken des Altertums zusammengetragenen Wissensschatz einem Kreise dar, in dem Gelehrte in verschwindend kleiner Zahl erscheinen, und diejenigen überwiegen, die zu Berufszwecken die Kenntnisse des Faches praktisch verwerten und ohne Vorbildung mit dem Wissen sich vertraut machen wollten. So war denn auch für die Darstellung als Gesichtspunkt die Verwendbarkeit der Naturprodukte, wie das in Werken von Art des „Hortus sanitatis“ der frühesten Zeit der Buchdruckerei zum Ausdruck kommt. Das genannte Buch kann man ebenso gut als Handbuch der Therapie für den Arzt wie als ärztlichen Ratgeber fürs Volk auffassen. Da nun die Pflanzen in der Heilmittellehre bei weitem überwogen, so gab es bald eine besondere Büchergruppe, die sie allein zum Gegenstand machte, die Kräuterbücher, in denen „Kraft und Wirkung“ der Pflanzen für Heilkunde und gewerbliche Zwecke den Hauptinhalt ausmachten und in die sich nur hier und da altübernommene wissenschaftliche Angaben anderer Art einfügten. Trotzdem lassen gerade diese Einfügungen wie auch der Ballast von Mythen und Märchen aus dem Gebiete erkennen, daß der Verfasser *alles gab, was er geben konnte*: das Werk war wissenschaftliches Handbuch und Volksbuch zugleich.

Es gab zwei Richtungen, in denen sich von hier aus eine Wandlung vollziehen konnte: einmal mochte mit Ausgestaltung des gelehrten Unterrichts, also Zunahme der Hochschulen, an diesen sich ein Kreis bilden, den entsprechend seiner besonderen Zusammensetzung durch eigene Bücher vorzubilden und auszubilden erwünscht schien. Es trat das *Lehrbuch* zutage, das Kompendium des Gebietes für den Unterricht. Ein solches konnte die Verkürzung, die an ihm gegenüber den dickleibigen Folianten der früheren Periode sich bemerkbar machte, erreichen durch Entfernung des Teiles, den etwa die Volkssagen u. dgl. ausmachten, denen man jetzt vorsichtiger gegenüberstand, konnte aber auch den übrigen aus dem Altertum geschöpften Stoff kritisch sichten, natürlich aber auch ein bestimmtes Gebiet aus

dem Gesamtwissen irgendwie herauschälen und darstellen²⁾.

Daneben jedoch zog das Erscheinen dieser Lehrbücher zugleich das Bedürfnis nach sich, für das Volk eine besondere Literatur des Gegenstandes zu schaffen. Das ist im engeren Sinne der Ursprung der *Volksbücher*. Daß sie später auftraten als die Lehrbücher, leuchtet ohne weiteres ein. Offenbar erhielten sich schon aus Tradition der beteiligten Kreise zunächst noch die Kräuterbücher im Volke, wie das schon ihr ungewöhnlich lang anhaltender Nachdruck beweist. Ebenso selbstverständlich aber ist es, daß die zünftigen Gelehrten selbst und anfangs sie ausschließlich es waren, die solche populären Werke verfaßten. Daß die ersten unter ihnen, trotz alles Strebens, sich dem besonderen Falle anzupassen, noch nicht sehr viel bessere pädagogische Leistungen vorstellen als die Kräuterbücher, ist durchaus begreiflich, wenn man die Schwierigkeit und Neuigkeit des Unternehmens bedenkt³⁾.

Aber sicher stellten diese ersten volkstümlichen Bücher dafür nach dem Stande der Wissenschaft den Stoff völlig richtig dar. Vielleicht war aber auch die Auswahl damals wichtiger als die Form. Diese wurde wohl von dem in Frage kommenden Publikum, das keineswegs klein war, deshalb ohne Schaden hingenommen, ja entsprach vielleicht sogar seinen Bedürfnissen völlig, weil es sich dabei um den Kreis der *gebildeten Liebhaber* (gerade in der

Botanik auch um Frauen) handelte⁴⁾. Um eine Vorstellung von der Art dieses Publikums zu machen, erinnere ich an die für die Wirkung *Linnés* so bezeichnende Art, in der, wie *Goethe* erzählt, am Brunnen in Karlsbad sich die Badegesellschaft mit Kenntnis der Pflanzen unterhielt.

Neben der allgemein belehrenden Literatur für das größere Publikum finden sich zugleich auch die Anfänge von Unterweisungen für bestimmte Kreise gewerblich an Pflanzen Interessierter, und man kann solche Versuche wohl damals wenigstens in gewissem Sinne zur popularisierenden Schriftstellerei rechnen⁵⁾.

Damals war begreiflicherweise dem Wissensstand der Zeit entsprechend in der Botanik Formen- und Namenkenntnis das Betonte: Sowie aber Forschung und Fachliteratur den Grund zur modernen allgemeinen Botanik legten, erschien auch hiervon bald der Anfang populärer Darstellung⁶⁾. Und als endlich die Technik des Mikroskops der Anatomie die Tore öffnete, kam förmlich hastig auch auf diesem Neuland eine Anzahl von Werken dem Bedürfnis des weiteren Publikums entgegen⁷⁾. Es gereichte der Sache nur zum Vorteil, daß hierin auch bedeutende Forscher die Feder ansetzten⁸⁾.

Zweifellos liegt der Grund für das rasche Mitgehen der populären Literatur in dieser Periode in der Entwicklung der Schulen, dem breiteren Hervortreten eines Lehrerstandes mit naturwissenschaftlichen Interessen. Aber es dauerte nicht mehr lange, da verschwanden mehr und mehr die zünftigen Gelehrten aus der Autorschaft. Welches Glück bedeuten später noch

²⁾ Ein für den Unterricht bestimmtes Lehrbuch der gesamten Naturwissenschaften ist *B. von Usingens* „Compendium“ für das Erfurter Gymnasium (1517). Das älteste Lehrbuch der allgemeinen Botanik (ohne Floristik) ist meines Wissens *A. Spiegels* „Isagoge“ von 1606, das ursprünglich dem Unterricht an der Universität Padua diente, sich aber in spätern Ausgaben auch in Deutschland einführt und mindestens ein Jahrhundert das einzige seiner Art blieb. Als ältestes systematisch-botanisches Unterrichtswerk haben *Tourneforts* „Eléments“ von 1694 zu gelten, während die erste der Spezialfloren (die ja von vornherein auf den Gebrauch von Laien hinielen mußten) nach *Winckler*, Geschichte d. Bot., *Thaluis* Harzflora (1588) sein dürfte. Eine für den Hochschulunterricht bestimmte Lokalfloren mit einführender Morphologie und Bestimmungstabellen schrieb *Johrenius* in Frankfurt a. O. (*Hodoegus botanicus* 1715), ein in seiner Bedeutung für die Geschichte des Unterrichts übersehenes Werk.

³⁾ Das erste dürften, charakteristisch durch die Form, volkstümliche Enzyklopädien der Naturwissenschaften sein, wie sie schon vor Mitte des 17. Jahrhunderts erscheinen. Ich nenne *Du Pleix*. Reichlicher treten kleinere Schriften botanischen oder zoologischen Inhalts, bei denen sich freilich nicht immer streng volkstümliche und wissenschaftliche Literatur trennen läßt, Mitte des 18. Jahrhunderts auf. Beispiele: *Cartheusers* „Amoenitates naturae“ (1735), *Leder-müllers* „Mikroskopische Gemüts- und Augenergötzung“ (1762/5), Schriften (und vorzügliche Abbildungen) *Winterschmidts* und des *Frhr. von Gleichen-Rußwurm*. Die Fassung des Titels im Geschmack der Zeit täuscht bei Originalen dieser Periode oft Volkstümlichkeit vor.

⁴⁾ Das Vorbild dieser Gruppe von rein theoretischen, für ein breiteres, aber gebildetes Publikum bestimmten Schriften sind wohl *Rousseaus* „Lettres sur la botanique“, die z. B. in Deutschland auch noch übersetzt verbreitet wurden. Wenigstens im Titel, sonst eher etwas strenger wissenschaftlich schloß sich daran *Batsch*, der Jenerser Botaniker aus *Goethes* Zeit, mit seiner „Botanik für Frauenzimmer und Pflanzenliebhaber“ (1795, spätere Auflagen bis 1818). — Daneben wären auch die „Taschenbücher“ zu nennen, die meist floristische, aber auch speziellere Kenntnisse, z. B. von Kryptogamen verbreiteten.

⁵⁾ Die Anfänge von Darstellungen der Kenntnis officineller Pflanzen liegen natürlich in den Kräuterbüchern. Spätere bewußte Trennung des Kapitels von dem übrigen bedeutet *Miller* (1722) und *Blair* (*Pharmacobotanologia* 1723). Erwähnenswert etwa noch als neues Gebiet die Forstbotanik *Borkhausens* (1800), Botanik in bezug auf Gewerbskunde usw. von *Thon* (1828). Übrigens finden sich hübsche populäre Artikel auch zerstreut, z. B. über Zuckerrohr, Teestrauch, Sagobaum im Hirschfeldschen Gartenkalender von 1783.

⁶⁾ Aus dieser Zeit stammen Anleitungen zum Selbststudium, so eine von *Willdenow* (1833).

⁷⁾ Ein Beispiel: *Klenke*, Mikroskopische Bilder (1853). — Hier setzt auch Schulliteratur ein, die bemerkenswerterweise schon in den fünfziger Jahren z. T. vorzügliche mikroskopische Bilder bietet (*Breidenstein* 1856 u. a.).

⁸⁾ Um nur ein (wenigstens halb) volkstümliches Werk zu nennen: *Schleiden*, die Pflanze und ihr Leben, 1848 (6. Aufl. 1864).

Namen wie *Ferd. Cohn* und *Kerner*⁹⁾, den man um des ähnlichen Titels willen etwas zu Unrecht in eine Reihe mit dem Anekdotenerzähler *Brehm* (wenigstens in der ursprünglichen Gestalt des „Tierlebens“) stellt. Offenbar wuchs in der so fruchtbaren Periode, den letzten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts, den Gelehrten die fortschreitende Forschungsarbeit unter den Händen so an, daß ihnen für allgemeinere Darstellung des Stoffes Zeit und Lust zu fehlen begann. Zugleich aber änderte sich der Zweck der Volksbücher nach und nach von Belehrung zu Unterhaltung, so daß man nun auch zwei Gruppen von volkstümlichen Schriften nebeneinander stellen könnte.

Denn um diese Zeit liegen einerseits die Anfänge der glänzenden Entwicklung, die die Literatur für Schule und Lehrer in den letzten Jahrzehnten genommen hat. Doch darf man die Folge dieser vielfach so ausgezeichneten Schriften, beginnend mit *Rossmäßler*, *Auerswald* u. a. und heute auf einem Höhepunkt mit *Schmeil*, wohl nur in beschränktem Maße zu den für das große Publikum bestimmten rechnen. Ihr Wert liegt in erster Linie in dem pädagogischen Fortschritt, sie zielen auf die Vorbildung des Lehrers oder den Unterricht selbst, und verlangen eine an sorgsam beschafftes Material anknüpfende Vertiefung und gewissenhafte Einarbeitung des Belehrung Suchenden. So sind sie unverdient öfter dem naturwissenschaftlich interessierten Laien entweder zu schulbuchartig oder zu schwierig, oft auch den Erwachsenen nicht genügend speziell und mit Gelehrtheit prunkend.

Andererseits entwickelte sich auch das Bedürfnis nach volkstümlicher Literatur über die Naturwissenschaften in dieser Zeit zu einer etwas anderen Art. Ein Zeitalter, das sich das der Naturwissenschaften nennt, verlangte daraus geschöpfte Kost in der täglichen Nahrung, also der Zeitung, außerdem aber auch, Hand in Hand mit den Fortschritten der Buchtechnik, popularisierende Darstellung von Teilgebieten nicht für den Unterricht, sondern auch geradezu zur Unterhaltung¹⁰⁾. Und während innerhalb von Zoologie oder Botanik die wissenschaftlichen Handbücher von Teilgebieten (z. B. Anatomie, Physiologie oder Geographie der Pflanzen) erschienen, bemächtigten sich, diese verarbeitend und ausschlichtend, der Gunst des großen Publikums mehr und mehr Leute, die im wesentlichen aus zweiter Hand lebten, naturwissen-

schaftliche Journalisten oder Feuilletonisten. *Sie herrschen heute*. Daß sie eine gewandte Feder führen, ist Glück und Unglück zugleich. Sie können den verlangten unterhaltenden Ton, den man als den „Guten-Onkel-Ton“ bezeichnet hat, mit Sicherheit finden und bestechen dadurch, was ihnen aber oft leider fehlt, ist die genügende Fähigkeit zur Kritik sowohl über Richtig und Falsch, als auch über Wichtig und Unwichtig beim Herausgraben ihres Materiales aus den Handbüchern und wissenschaftlichen Zeitschriften. Wenn man scherzhaft zu sagen pflegt, ein Gelehrter, der sich über ein Teilgebiet seines Faches näher unterrichten will, schreibe ein Lehrbuch dieses Gebietes, so hat man damit insofern nicht so unrecht, als mit dem Lehrbuchschreiben freilich sich das peinlichste Zusammentragen und Durcharbeiten des Stoffes deckt. Ebenso könnte man auch sagen, daß nur der zur populären Darstellung eines Gegenstandes berufen sei, der auf dem Wege eigener wissenschaftlicher Arbeit mit ihm völlig vertraut geworden ist.

Es sind nun leider unter Hintansetzung dieser Forderung eine beträchtliche Menge minderwertiger naturwissenschaftlicher Volksbücher entstanden. Sie brauchten Zorn und Spott der Fachgelehrten nicht zu erregen, wenn sie nicht einen erheblichen Einfluß ungünstiger Art äußerten. Manche besitzen durch ihren eigenartigen buchhändlerischen Vertrieb wirklich eine große Verbreitung und erwecken damit den Anschein eines gewissen ihnen innewohnenden Wertes. Gefährlich ist es auch, daß sich genügend Kritiken voll Lob bei Neuerscheinungen leicht finden, sei es auf dem vom Publikum nicht genug gekannten Wege des vom Verfasser mitgegebenen Begleitzettels, sei es durch Besprechung von unberufener Seite. Daß in den wissenschaftlichen Zeitschriften und ihren Besprechungen diese ganze Literatur des Feuilletons nicht beachtet wird, ist bei ihrer Flut schon aus Platzmangel begreiflich. Die Folge davon ist freilich, daß sich die Wissenschaft mit ihrer Literatur auf der einen und die popularisierenden Schriftsteller mit ihren Organen auf der anderen Seite fremd gegenüberstehen¹¹⁾. Dadurch entzieht die populäre Literatur sich einer

⁹⁾ *Cohn*, *Leben der Pflanze* (1882), *Kerner*, *Pflanzenleben* (1887/91), das letztere jetzt noch, in 3. Aufl. und neuer Bearbeitung (1914).

¹⁰⁾ Es ist das in hervorragendem Maße gerade für Deutschland und seinen Büchermarkt gültig. In England sind Werke für Liebhaber an sich schon zeitiger (in den modernen Naturwissenschaften) erschienen, aber meist aus berufener Feder und nie so zahlreich. In Frankreich ähnlich, wenn auch buchtechnisch ohne jeden Zweifel geringwertiger, in Italien später, aber nicht so übel.

¹¹⁾ Ja, daß sogar literarische Quellennachweise von sonst anerkanntem Werte, weil sie zu vielseitig sind, sich für Mitarbeit in diesem Gebiete auf das nicht völlig sichere Urteil der Kreise stützen, die eben die populäre Literatur selbst produzieren und deren Mitglieder sich in den meisten Fällen ein Urteil über verschiedene Fächer gleichzeitig leichter zutrauen als ein Fachgelehrter. — Da die Fachzeitschriften sie nicht kritisieren, existieren oft tatsächlich (anscheinend) nur lobende Urteile über solche Werke, oder solche, die wenigstens Darstellung und Absichten loben, wenn auch Fehler und Mißverständnisse reichlich darin sind. In den eigentlichen Fachzeitschriften würden Urteile über diese Literatur allerdings auch nur selten vor die Augen derer kommen, die es gebrauchten, aber es würden hier und da vielleicht den Verlegern die Augen geöffnet werden.

fachmännischen Beurteilung. Nun mag über Darstellung und Ausstattung (die vielfach heute gut sein können) das Publikum wohl selbst urteilen, für die mitgeteilten Tatsachen aber müßte der Verfasser ihm bürgen und kann das oft nicht. Charakteristisch ist als allgemeiner Zug oft, daß die Autoren bei der Wiedergabe von noch nicht völlig erforschten Naturerscheinungen in der Absicht vereinfachter Darstellung nur zu leicht allerlei Tatsachen als schon feststehend hinstellen, an deren Aufbau vielleicht auf Grund von Hypothesen die Wissenschaft gerade arbeitet. So sind Probleme von größter Tragweite im Handumdrehen verdreht und gelöst. Statt des durch seine Lücken für den Belehrung Suchenden ja gerade so anziehenden Gebäudes der Wissenschaft wird oft ein verschmierter und verzierter Bau als ihre Pforte errichtet.

Daß es nun bei dieser Gefahr gegenüber der Flut von Mangelhaftem an Besserem und an der Beteiligung der Gelehrten bei Abfassung von für weitere Kreise bestimmten Darstellungen fehlte, kann man auch für die neuere Zeit nicht behaupten. Schon vor Jahrzehnten erschienen die „Naturwissenschaftlichen Elementarbücher“ (nach englischem Vorbild), in denen *Huxley* eine Zoologie, *de Bary* eine Botanik gaben. Heute sind mehrere Sammlungen aus namhaften Verlagen vorhanden, in deren Bändchen der Stoff vieler Einzelgebiete buchtechnisch vollendet und billig geboten wird. Ebenso sind auch größere Werke für Selbstunterricht aus der Feder von Gelehrten, wie oben schon erwähnt, noch vorhanden.

Daß dennoch die weniger wertvolle Literatur sich so rasch verbreitet hat, liegt vor allem in ihrer Aufmachung und der Organisation der sie verbreitenden Unternehmungen¹²⁾, die mit geschickten Schlagworten ein kritikloses Publikum fangen. Der Betrieb bringt es freilich mit sich, daß sehr viel mehr Exemplare von Schriften abgesetzt als — gelesen werden. Gerade dadurch werden auch zwischen besseren die schlechten Bände überhaupt nur verbreitet.

Einem Publikum, das nur gelegentlich in diese Bändchen blickt, wird kein Schaden erwachsen. Daß es überhaupt naturwissenschaftliches Interesse besitzt, ist schon erfreulich und die Einzelkenntnisse werden auch nicht allzu fest haften. Aber es gibt doch dabei eine wertvolle Gruppe, die, angezogen durch die bequeme Darstellung und in Unkenntnis der wirklich vorhandenen Literatur und des Marktes, sich oft mit Ernst der Lektüre hingibt. Das sind Lehrerkreise, vor allem Volksschullehrer. Auch sie sind, da sie dort oft die erste Belehrung des

Faches suchen, nicht zur Kritik befähigt. Ihnen gilt alles Vorgebrachte für Wissenschaft, auch wohl der Schriftsteller für den Forscher. Bei der zunehmenden Berührung der akademischen Lehrer in den Naturwissenschaften mit diesem dankbaren und wertvollen Kreise, wie sie neuerdings in Preußen ja durch besondere Ausbildungskurse gefördert wird, ist Gelegenheit zur Aufklärung gegeben. Daß sie not tut, ist oft beobachtet worden. Als typisches Zeichen für die Bildung durch schlechtere populäre Literatur kann bei den Genannten, aber auch bei oft unter gleichem Einfluß stehenden Studierenden und höheren Lehrern leicht ein übertriebener Geschmack an Teleologie gefunden werden. An ihm leiden ja die Feuilletonisten des Faches deshalb so leicht, weil sie mit dem Stabe der Erklärung durch Zweckmäßigkeit über manche Schwierigkeit wegzuspringen gewohnt sind. Auffallende biologische Verhältnisse, abweichende Formen werden dann auch in eigner Beobachtung ähnlich erklärt ohne ein Bewußtsein davon, daß durch Experiment oder Betrachtung von Verwandtschaft und Geschichte des Objektes ein Beweis erbracht werden müßte. Dadurch aber wird bei späterem Studium die Fähigkeit, Probleme zu erkennen, gewaltsam unterdrückt, die Möglichkeit noch zu leistender Forscherarbeit verkannt. Und so fehlt aller Wissenschaft für den ihr ernsthaft Begegnenden ein wesentlicher und pädagogisch wirksamer Reiz.

Ich will indessen nicht verkennen, daß trotz dieser Schwächen von der Gesamtheit auch der weniger guten Volksbücher in weiten Kreisen ein befruchtender Einfluß ausgegangen ist und daß natürlich auch Gutes sich darunter befindet. Denn wie es auch die Existenz solcher Artikel in Tageszeitungen beweist, ist das Bedürfnis vorhanden und muß befriedigt werden. *Wir brauchen heute eine leichtere volkstümliche Literatur.* Aber bester Art ist sie gerade gut genug, auch hier gibt es einen Kampf gegen Schundliteratur, der ernst zu nehmen ist. Mittel des Kampfes ist wie auch sonst Aufklärung und Förderung guten Ersatzes. Letzterer wird freilich wohl stets etwas mehr Eifer und Sammlung vom Leser verlangen als die minderwertigen Schriften es tun. Wo er zu suchen ist, wurde schon angedeutet. Es kann hier nicht die Sichtung vorgenommen werden. Aber für den Dienst der Aufklärung sei die Mahnung erhoben, daß bei Neuerscheinungen es nicht mehr genügen darf, dem Minderwertigen, wie es vielerorts geschieht, durch Übergehen seine Verachtung zu bezeugen, nein, mehr als bisher muß Kritik geübt werden, die dem größeren Publikum vor Augen kommt.

Neuere Arbeiten über die Dinosaurier.

Unter der fremdartigen Tierwelt des Mesozoikums machen einen ganz besonders fremdartigen Ein-

¹²⁾ Meist von der Natur eines Reihenabonnements oder eines „wissenschaftlichen“ Vereins, wobei, wie einmal laut wurde, ein leiser Kitzel der Eitelkeit des Laienpublikums mitspielt. Übrigens gibt es ganz ähnliche Unternehmungen, z. T. wohl in gleicher Hand, auch für nicht-naturwissenschaftliche Gebiete.

druck die Saurier des Landes, die man als Dinosaurier, als „Schreckensdrachen“ zusammenzufassen pflegt. Die Drachen des Meeres glichen in ihrer Gestalt doch meist mehr oder weniger den Walen und Fischen der Gegenwart, die Flugsaurier den Fledermäusen, unter den Landdrachen treten uns aber so abenteuerliche Formen entgegen, wie sie in der gegenwärtigen Lebewelt in ähnlicher Weise nicht mehr zu finden sind. Als Landtiere weisen sie naturgemäß eine gewisse Einheitlichkeit in ihrem Baue auf, einfach eine Folge der gleichartigen Lebensweise. Aber damit ist natürlich noch nicht gesagt, daß sie auch stammesgeschichtlich eine Einheit bilden. Trotzdem hat man dies bisher meist angenommen. Auch v. Huene leitete in seiner großen Monographie (*Geolog. u. paläontol. Abhandl., Suppl. I, 1907—1908*) alle Dinosaurierfamilien von einem in der Trias lebenden Grundstocke ab. Lull wies darauf hin, daß die einzelnen Landdrachenlinien sicher weiter zurückreichen müßten (*Americ. Journ. of Science XXIX, 1910, p. 1—39*) und nun hat v. Huene in einer ganzen Reihe neuerer Arbeiten endlich den sicheren Nachweis geführt, daß die Einheitlichkeit der Dinosaurier nur eine scheinbare ist, daß sie mindestens zweistämmig sind (*Geolog. u. paläontol. Abhandl. XVII, 1, 1914, S. 1—53; Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Beilageband XXXVII, 1914, S. 577 bis 589; Centralblatt f. Mineral. 1914, S. 154—158; Am. Journ. Science XXXVIII, 1914, p. 1—27; Neues Jahrb. f. Mineral. 1915, I, S. 1—27*).

Wir müssen die große Gruppe der Dinosaurier in zwei Ordnungen spalten, die nichts miteinander gemeinsam haben, als die Vorfahren und die Lebensweise auf dem Lande. Der Name Dinosaurier kann also künftig keine systematische Bedeutung mehr haben. Den einen Hauptstamm der Landdrachen bilden die *Saurischier*, d. h. die Tiere, bei denen das Sitzbein (Ischium) echten Reptilcharakter hat. Ihre ältesten Formen, die in der Mitte der Trias auftreten, sind noch wenig spezialisiert. Sie können noch auf allen vier Beinen sich fortbewegen, die annähernd gleichmäßig entwickelt sind, doch macht sich schon die Tendenz zur Aufrichtung des Vorderkörpers geltend, die das ganze Dinosauriergeschlecht beherrscht. Diese ältesten Landdrachen, die Thecodontosauriden (Scharfzahn-drachen), zeigen eine außerordentliche Verbreitung. Man hat sie in sämtlichen Erdteilen gefunden, gewiß ein Hinweis darauf, daß sie in der oberen Trias kein ganz junger Typus mehr waren. Auch hatten sie in dieser schon eine ganze Reihe Seitensprossen getrieben.

Inzwischen bildeten aber auch schon extremere Typen sich aus. Drei Hauptentwicklungsrichtungen sind besonders hervorzuheben. Die eine Gruppe entwickelte sich zu Kleintier- und Fruchtfressern (Allophagen). Die Zähne stehen aufrecht, sind in der Mitte gekerbt und seitlich gezackt. Ihre Hauptvertreter sind in der Trias die Plateosauriden, von denen neuerdings Jaekel prächtige Funde aus der oberen Trias von Halberstadt beschrieben hat (*Paläontol. Zeitschr. I, 1914, S. 155 bis 215*). Es waren mächtige Tiere, deren Oberschenkel über einen Meter lang werden konnte. Sie gingen zumeist aufgerichtet, wie die sehr starke Kompression des vorderen Brustkorbes beweist. Der Hals war noch verhältnismäßig kurz, der Schwanz kräftig entwickelt. Außer aus Europa kennt man solche Tiere nur noch aus Südafrika (*Ann. South Afr. Mus. VII, 1911, p. 291 bis 308*).

Bis zum mittleren Jura haben sie sich zu den wieder ausschließlich auf allen vier Füßen sich bewegenden Riesendrachen (Sauropoden) umgewandelt,

den gewaltigsten Landtieren, die jemals gelebt haben, müssen doch die größten gegen 40 m lang geworden sein und die meisten messen um 20 m herum. Zunächst treten in Europa, Nordamerika und Madagaskar die Wald-rachen (Cetiosauriden) auf. Aus ihnen gehen ausschließlich in Nordamerika die riesigen Atlantosauriden und die Diplodociden hervor. Über fast alle Erdteile, mit Ausnahme von Australien, breiten sich dagegen die Morosauriden aus, zu denen auch die gewaltigen Landdrachen gehören, die man in Deutschostafrika gefunden hat und die an imposanter Größe nicht hinter ihren bekannteren nordamerikanischen Verwandten zurückstehen. Sie haben jedenfalls amphibisch gelebt. Mit dem langen Halse gegründelt, wie dies *Tornier* vermutete, dürften sie kaum haben. Eher lebten sie von freischwimmenden Wasserpflanzen. Neuerdings hat aber *Versluys* recht wahrscheinlich gemacht, daß speziell Diplodocus sich von Fischen nährte, die er durch schnelles Zufahren mit dem auf langem Halse sitzenden Kopfe erhaschte und vielleicht auch durch Schläge mit dem langen peitschenartigen Schwanze betäubte.

In anderen Linien der Landdrachen mit Reptilbecken bildete sich mehr und mehr der Raubtiercharakter heraus. Die Zähne werden säbelförmig, seitlich zusammengedrückt, nach rückwärts gekrümmt, vorn und hinten fein gekerbt. Dieser Typus begegnet uns schon bei triadischen Raubdrachen, so bei den Gresslyosauriern Europas und Afrikas, die man früher fälschlich mit den Plateosauriden in eine Familie zusammenstellte, und bei den ganz auf Deutschland beschränkten Hippenzahn-drachen (Zanclodontiden). An sie schließen sich die im oberen Jura in Nordamerika lebenden mächtigen Nashorndrachen (Ceratosauriden) an, aufrecht schreitende und hüpfende Tiere von fünf Meter Länge, leicht kenntlich an ihrem stattlichen Horne. Eine andere Linie bilden die eigentlichen Raubdrachen (Megalosauriden), die von der Mitte des Jura bis zum Ende der Kreidezeit über Europa, Indien, Australien, Madagaskar, Nord- und Südamerika verbreitet waren und wohl auch in Afrika nicht fehlten. Schon im Jura treten uns 10 m lange Formen aus der Gattung *Megalosaurus* entgegen und noch gewaltiger ist der *Tyrannosaurus* der oberen Kreidezeit, bei dem auch die Rückbildung der bei allen diesen Tieren schon schwach entwickelten Vordergliedmaßen ihren höchsten Grad erreichte. Es waren gewaltige Sprungmaschinen, recht geeignet, auch die gewaltigsten Pflanzenfresser durch ihre Wucht zu überwältigen und mit ihrem furchtbaren Gebiß zu zerfleischen. *Osborn* hat neuerdings versucht, eine treffende Rekonstruktion dieser furchtbarsten Raubtiere herzustellen, die unsere Festländer je bevölkerten. (*Bull. Am. Mus. Nat. Hist. XXXII, 1913.*)

Neben diesen durchweg mächtigen Tieren, deren Größe zumeist zwischen 3 und 10 m liegt, und die v. Huene als Pachypodosaurier (Dickfußdrachen) zusammenfaßt, gab es aber auch zarter gebaute Formen, die Coelurosaurier, von denen wir aber eben wegen dieses zarteren Baues weniger Reste besitzen. Sie sind bisher auch nur von Europa und Nordamerika beschrieben worden, waren aber wohl sicher weiter verbreitet. Ihre ältesten Vertreter waren die Podokesauriden (Schnellfußdrachen) aus der mittleren und oberen Trias. Zu dieser Familie gehören eine Anzahl schon länger bekannter Formen. Die namengebende Gattung ist aber erst vor wenigen Jahren von *Talbot* aus der Trias von Connecticut beschrieben worden (*Am. Journ. Science XXXI, 1911, p. 469—479*). Das ganze Tier war nur 18 cm lang. Die Knochen sind hohl und sehr leicht und zart. Der kurze Oberarmknochen und die

langen Hinterbeine zeigen, daß sich das Tier auf letzteren allein bewegte. Es durchhüpfte in raschen Sprüngen ein halbtrockenes Gebiet, in dem weite Strecken bis zu den Wasserstellen zu überwinden waren. Ihnen ähneln auch die Compsognathiden (Zartkieferdrachen) und die Coeluriden (Hohlschwanzdrachen). Unter den ersten ist neben dem katzengroßen bekannten Compsognathus von Solnhofen der etwa zwei Meter lange „Vogelräuber“ Ornitholestes zu erwähnen, der mit seinen außerordentlich langen Gliedmaßen recht geeignet war, die noch ungeschickt fliegenden Urvögel und Flugdrachen auch in der Luft zu erhaschen. — —

Den anderen Hauptstamm der Landdrachen bilden die Ornithischier, so genannt, weil sie im Bau ihres Beckens ganz mit den Vögeln übereinstimmen, die ihnen auch stammesgeschichtlich sehr nahe stehen müssen. Von ihren beiden Hauptgruppen treten zunächst die Vogelfußdrachen (Ornithopoden) auf. Ihre älteste und primitivste Familie, die Zwergrdrachen (Nanosauriden), war lange Zeit nur vom Norden bekannt, doch hat sie neuerdings Broom auch im unteren Jura von Südafrika aufgefunden; ein um so wichtigerer Fund, als man früher die Ornithischier überhaupt auf Nordamerika und Europa beschränkt glaubte. Über die aus ihnen hervorgegangenen Camptosauriden ist nichts wesentliches Neues zu sagen. Gilmore hat vor kurzem eine neue hierher gehörige Gattung, Thescelosaurus, aus dem Oberjura von Wyoming beschrieben, ein Tier von nur mäßiger Größe, ist doch der Oberarm nur 35,5 cm lang, während das ganze Tier etwa 3,60 m lang und bei den Hüften etwas über 90 cm hoch gewesen ist. Da die Vorderglieder nur etwas über halb so lang waren wie die Hinterglieder, muß sich das Tier für gewöhnlich nur auf zwei Beinen vorwärts bewegt haben. Das gilt ganz sicher auch von den höchstentwickelten „Vogelfüßern“, den bekannten Iguanodonten (Leguanzähnern), die an der Wende von Jura- und Kreidezeit die Niederungen von Belgien und Norddeutschland bewohnten und deren prächtig erhaltene Skelette die Hauptzierde des Brüsseler Naturhistorischen Museums bilden, und die über das ganze nordatlantische Gebiet verbreiteten Trachodontiden (Rauhzähner) oder entenschnäbligen Landdrachen. Von den ersten sind in neuerer Zeit hauptsächlich eine Anzahl von Fährten beschrieben worden, so von Stechow (*Centralbl. f. Mineral.* 1909, S. 700—705) und von Ballerstedt (*Naturw. Wochenschr.* XX, 1905, S. 481—485; *Centralbl. f. Mineral.* 1914). Man kann daraus erkennen, daß die Tiere zwischen den Zehen eine Art Hautverdoppelung trugen und jedenfalls also auf Schlamm Boden lebten, in den sie trotzdem bis zu 10 cm tief eingesunken sind. Noch wichtiger als diese Tiere, die wie alle Ornithischier Pflanzenfresser waren, waren die Trachodontiden, wurde doch Trachodon selbst 9 m lang und aufgerichtet 5 m hoch. Besonders interessant ist der von Brown und Osborn gelungene Nachweis, daß das Tier gar nicht ein eigentliches Landtier mehr war, sondern im Süßwasser lebte. Die Hand war lang und schlank, auch der Daumen eng an die Seite der Hand gedrückt, nicht frei wie bei Iguanodon, und die ganze Hand von einer Schwimmhaut umhüllt, also ein typisches Ruderorgan. Der Bau der Hinterfüße, der von Hufen umhüllten drei Zehen und der hinteren Wirbelsäule zeigt aber, daß das Tier auch auf dem Lande sich fortbewegen konnte. Der neue

Fund ist übrigens eine vollständige Mumie. Die Haut war merkwürdig dünn und mit ganz eigenartigen Schuppen bedeckt, wie wir sie bei keinem anderen Reptil kennen. Neuerdings sind von Brown eine Anzahl neuer Tiere aus dieser Familie beschrieben worden (*Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* XXXII, 1913, p. 387—393, 395—406; XXXIII, 1914, p. 559—565). Davon war Saurolophus 9,60 m lang, noch größer Hypacrosaurus (etwa 11 m), der ganz merkwürdig hohe Dornfortsätze der Rückenwirbel besitzt; sind sie doch siebenmal so hoch als die Wirbelzentren, bei Trachodon nur dreimal. Der neueste Fund Corythosaurus wieder ist etwas kleiner. Alle drei unterscheiden sich von den bisher bekannten Formen dadurch, daß sie einen Knochenkamm auf dem Scheitel tragen, und repräsentieren eine besondere Unterfamilie (Saurolophinen).

Bedeutend vielgestaltiger sind die Orthopoden, die zweite Unterordnung der Ornithischier, die man auch als Hufdrachen bezeichnet hat. Im Gegensatz zu den eben erwähnten haben sie sich wieder auf alle vier Beine niedergelassen, ähnlich wie bei den Saurischieren die Sauropoden. Über die Omosauriden, ihre primitivste Familie, ist nichts Neues festgestellt worden. Bei den durch ihren riesenhaften Knochenkamm auf Rücken und Schwanz ausgezeichneten Panzerdrachen (Stegosauriden) hat Lull in mehreren Arbeiten (*Am. Journ. Science* XXIX, 1910, p. 201—210; XXX, 1910, p. 361 bis 377) festgestellt, daß diese aus den Mittelkielen der Rückenschuppen hervorgegangen, bis 1½ m hohen Platten zwei aufrecht stehende Reihen bildeten, und daß der mit doppelter Stachelreihe bewehrte Schwanz eine treffliche Abwehrwaffe des Tieres gegenüber den es bedrohenden Raubdrachen bildete. Das Tier mag zwischen 7—10 t gewogen haben, ist doch ein Skelett allein gegen 18 Zentner schwer. Während man die Tiere früher fast nur aus Nordamerika kannte, wissen wir jetzt, daß sie auch über Europa und Afrika verbreitet waren.

Auch die Schildkrötendrachen (Ancylosauriden) waren bisher ganz ausschließlich aus Nordamerika bekannt. Um so auffälliger ist die Auffindung einer Art von ihnen in der afrikanischen Kreide. Sonst haben wir hauptsächlich Wieland neue Funde dieser merkwürdigen Dinosaurier zu danken, deren Rücken von einem richtigen Panzer nach Art der Lederschildkröten bedeckt war (*Am. Journ. Science* XXVII, 1909, p. 250—252; XXXI, 1911, p. 112—124). Wahrscheinlich waren fünf bis sechs Plattenreihen vorhanden. Dabei waren die Tiere gegen 4 m lang.

Die letzte Linie der Ornithischier und der Dinosaurier überhaupt bildeten endlich die Horndrachen oder Ceratopsier, deren Stammesgeschichte besonders Lull aufgeklärt hat (*Proceedings 7th Internat. Zool. Congr.* 1910). Während bei den älteren Formen ein Nasenhorn kräftig entwickelt ist und die Stirnbörner zurücktreten, kehrt sich dieses Verhältnis allmählich um und gleichzeitig entwickelt sich immer mehr die den Hals schützende Knochenkrause. Neuerdings beschreibt nun Brown zwei neue Formen (*Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* XXXIII, 1914, p. 539—548, 567—580), Anchiceratops und Leptoceratops, von denen der erstere entwicklungsgeschichtlich eine Mittelstellung einnimmt, während der zweite einem primitiven Seitenzweige angehört.

Th. Arlt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 12.

24. März 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT :

Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die biologischen Naturwissenschaften. Von *Prof. Dr. Hans Sachs*, Frankfurt a. M. (Schluß.) S. 149.

Stefánssons Landentdeckung im nordamerikanischen arktischen Archipel. Von *O. Baschin*. S. 154.

Besprechungen:

Hoering, Paul, Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation. Von *Asmus Jabs*. S. 156.

Jänecke, Ernst, Die Entstehung der deutschen Kalisalzlager. Von *H. E. Boeke*. S. 157.

Anthropologische Mitteilungen. S. 158—160.

Gesetze über Unfruchtbarmachung in den Vereinigten Staaten. Fuß der Chinesin. Untersuchung des Gesichtsskeletes.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 161.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1916, H. 1. S. 162.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1916, H. 1. S. 162.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 3. S. 162.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Februar 1916. S. 163.

Archiv für Elektrotechnik, 1916, Bd. IV, H. 1/2. S. 163.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1916, Bd. XXXIV, H. 1. S. 163.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 1916, Bd. 39, H. 1. S. 164.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1916, Bd. 115, H. 1. S. 164.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 46, H. 8 u. 10/11. S. 164.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation

Von Professor **Dr. Paul Hoering**, Berlin

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Inhaltsverzeichnis:

Erster Teil: Allgemeiner Teil.

- I. Torf.
- II. Moore.
- III. Moorstatistik.
- IV. Moorkultur.

Zweiter Teil: Chemischer Teil.

A. Chemie des Torfes.

- I. Die allgemeinen und physikalischen Eigenschaften des Torfes.
- II. Chemische Untersuchung des Torfes.
- III. Die Humussäuren und ihre Eigenschaften.

B. Chemie der Destillationsprodukte.

- I. Teil. Gewinnung der Destillationsprodukte.
- I. Laboratoriumsversuche.

II. Technische Versuche im großen.

2. Teil. Untersuchung der Destillationsprodukte.

- I. Der Torfkoks.
- II. Der Torfteer.
- III. Torfgas und Torfschmelzwasser.

Dritter Teil: Technischer Teil.

A. Einführung.

B. Gewinnung und Verwertung des Torfes.

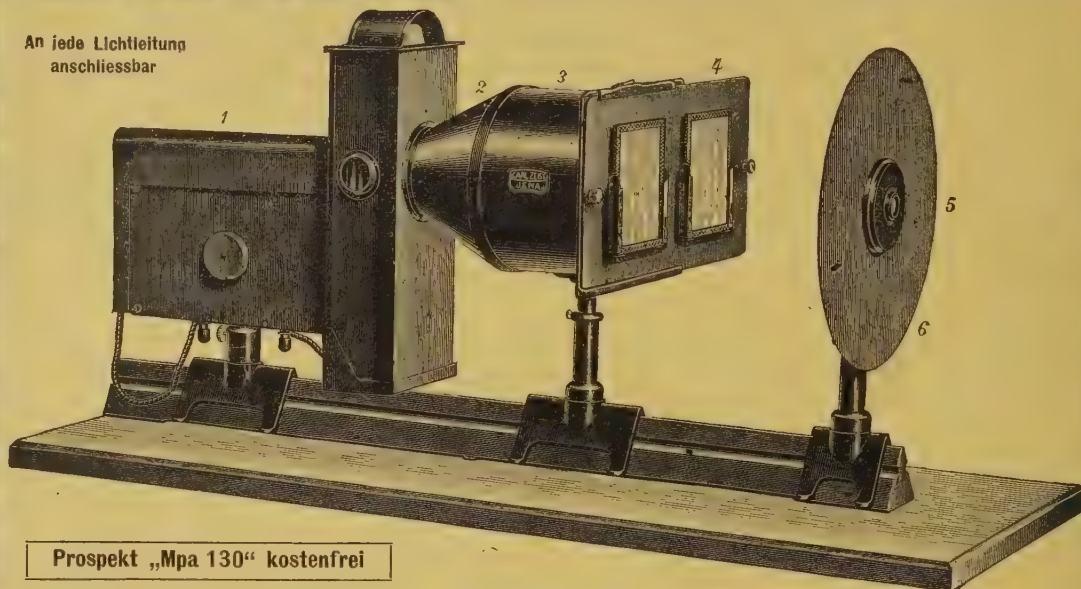
- I. Entwässerung und Formverbesserung. (Torfbrikettierung.)
 - II. Der Torf als Brennstoff.
 - III. Verkohlung.
 - IV. Torfvergasung.
 - V. Zentralisierung der Torfverwertung im Moore.
- Schlussbetrachtungen.

Siehe Besprechung in dieser Nummer.

ZEISS

KLEINER
PROJEKTIONSAPPARAT
FÜR DIAPOSITIVE

An jede Lichtleitung
anschliessbar



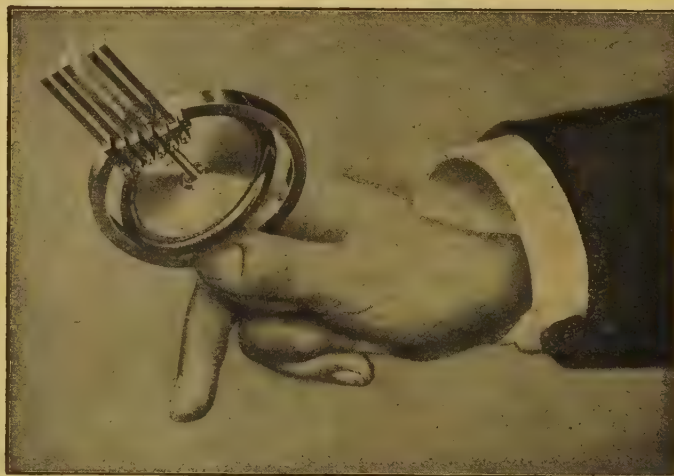
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · Wien · Buenos Aires.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

24. März 1916.

Heft 12.

Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die biologischen Naturwissenschaften.

Von Prof. Dr. Hans Sachs, Frankfurt a. M.

(Schluß.)

Die außerordentliche Bedeutung und die früher nicht geahnte Spezifität der Leistung von *Partialfunktionen* der Zelle haben sich *Ehrlich* insbesondere aus seinen Arbeiten über die *Immunitätserscheinungen*, also über die Probleme der Anpassung des Organismus, ergeben. *Ehrlichs* Immunitätsstudien scheinen bei flüchtiger Betrachtung die Periode seiner früheren Arbeiten über Konstitution, Verteilung und Wirkung und sein eigentliches chemotherapeutisches Werk zu unterbrechen. Wenn man aber etwas näher zusieht, so handelt es sich nur um einen äußerlichen Wechsel des Arbeitsgebietes. Im inneren Wesen ist es eine folgerichtige Kette der Entwicklung. Das Gedankenwerk, das *Paul Ehrlich* zum erfolgreichsten Förderer der theoretischen Immunitätswissenschaft werden ließ, indem sich Ergebnis und Programm aufs innigste berührten, ist im logischen Zusammenhang erwachsen aus seinen farbenanalytischen Studien, aus den Anschauungen der Farbstoffchemie und aus den Vorstellungen, zu denen er über Konstitution, Verteilung und Wirkung gelangt war. Und die genialen Konzeptionen, mit denen er in der Immunitätslehre einen ordnenden Überblick und den wissenschaftlichen Wegweiser für den Fortschritt der Forschung schuf, bilden wiederum die Grundlage für die glückliche Erfassung des sich aus den chemotherapeutischen Studien ergebenden Tatsachenmaterials. Überall begegnet man bei *Paul Ehrlichs* Wirken der gleichen bedeutungsvollen Eigenart, die ihren Einfluß auf die biologische Forschung nicht verfehlen konnte: Ein überragender Naturforscher leistet hier meisterhafte Arbeit, und er erfäßt das ihn beschäftigende Problem nicht sowohl als solches, weiß und sucht es vielmehr zugleich als Teilerscheinung dem allgemeinen Naturgesetz unterzuordnen. Darin liegt die kraftvolle Bedeutung, die *Paul Ehrlichs* Werk überall, wo er eingriff, für die biologischen Naturwissenschaften gewonnen hat.

So führte das Studium der Anpassungs- und Abwehrvorgänge des Organismus gegenüber krankheitserregenden Mikroorganismen oder ihren Toxinen unter *Paul Ehrlichs* Ägide zu jener umfassenden biologischen Betrachtungsweise, die man kurz als *Seitenkettentheorie* zu bezeichnen pflegt. Während die Immunitätsforschung ursprünglich das direkt vorgezeichnete praktische

Ziel verfolgte, die Erscheinungen der angeborenen oder erworbenen Widerstandskraft (Immunität) gegenüber Infektionskrankheiten festzustellen, war für *Ehrlich* an erster Stelle das „Warum“ und „Wie“ in der Fragestellung maßgebend. Er war der erste, der zeigen konnte, daß eine Immunität zu erzeugen nicht nur gegenüber Bakterien und Toxinen, also Krankheitserregern, sondern auch gegenüber pflanzlichen Giften (*Ricin*, *Abrin*), die auf natürliche Weise niemals zu einer Erkrankung des tierischen Organismus führen, zu erzielen möglich ist. Schon hieraus ergab sich, da jeder Anpassungsvorgang, den der Organismus ausführt, spezifisch ist, eine ungeahnte Mannigfaltigkeit in der Reaktionsfähigkeit des Organismus gegenüber fremdartigen Stoffen. Zugleich gelangte *Ehrlich* dabei zu einem zahlenmäßig-quantitativen Ausdruck der Immunität, er entdeckte die Möglichkeiten systematischer Immunitätssteigerung, er erkannte den wellenförmigen Verlauf der Immunität und schuf damit wichtigste Grundlagen für die Immunitätswissenschaft und die praktische Verwertung ihrer Ergebnisse bei der Schutzimpfung und Serumtherapie. Von Bedeutung ist *Ehrlichs* Methode der Immunisierung durch Fütterung mit gifthaltigen Keks (sog. Keksmethode), die sich auch bei chemotherapeutischen Arbeiten bewährt hat. Es entsprang auch frühzeitig *Ehrlichs* genialer Auffassung die Überzeugung, daß für die Reaktion, welche im Organismus zur erworbenen Immunität führt, die Vorbehandlung mit Giftstoffen oder mit krankheitserregenden Parasiten gar nicht nötig ist. Diese verallgemeinernde Konzeption stützte sich auf Erfahrungen des Experiments, noch mehr aber auf theoretische Überlegung.

Den Ausgangspunkt hierfür bildete *v. Behrings* denkwürdige Entdeckung, daß für das Zustandekommen der Immunität (zunächst gegenüber der Diphtherie und dem Wundstarrkrampf) die Entstehung neuer Eigenschaften in der Blutflüssigkeit, im Blutserum, verantwortlich ist, deren materielles Substrat man seither als *Antitoxine* bzw. *Antikörper* bezeichnet. *Ehrlichs* Betrachtungsweise imponierten diese Antikörper des Blutes, die spezifisch auf die Stoffe, durch die sie erzeugt waren, einwirken, ausschließlich als *Werkzeuge der Verteilung*. Zwischen ihnen, den Antikörpern, und den Antigenen, welche zu ihrer Entstehung geführt haben, besteht eine chemische Verwandtschaft, deren Befriedigung durch die chemische Vereinigung zu einer biologisch-neutralen Verbindung von Antigen und Antikörper erfolgt. Die Richtigkeit dieser Auffassung hat *Ehrlich* durch ingeniose Experimentierkunst, be-

sonders auch durch die Verlegung der Antikörperwirkungen in das Reagenzglas, erweisen können. Der von ihm geschaffene *Reagenzglasversuch* ist für die Fortschritte der Immunitätsforschung, für die Ergründung zahlreicher Probleme der Serumtherapie und Serodiagnostik maßgebend geworden.

Die Frage, die noch zu beantworten blieb, war nur, wieso die Antikörper mit spezifisch-chemischer Avidität zu den entsprechenden Antigenen in das Blut gelangen. Und hier verbindet nun in *Ehrlichs* Seitenkettentheorie eine rein biologische Hypothese die biochemischen Vorstellungen von der Entgiftung durch die Antikörper und von der Vergiftung der Zelle durch das toxische Antigen. Auch für die Toxinwirkung ist die chemische Reaktion, und zwar diejenige zwischen giftempfindlicher Zelle und Toxin, die Voraussetzung. Damit diese eintritt, müssen im Protoplasmamolekül einerseits, im Toxinmolekül andererseits chemisch abgestimmte *haptophore* Gruppen vorhanden sein. Diese *haptophoren* Gruppen oder *Rezeptoren* des Protoplasmas vergleicht *Ehrlich* mit den Seitenketten des Benzolkerns. Er unterscheidet ja schon im „Sauerstoffbedürfnis“ im chemischen Aufbau des Protoplasmamoleküls einen Leistungskern, den Sitz des vitalen Zentrums, und die Seitenketten, welche, in chemischer Vielfältigkeit vorhanden, den Funktionen des Lebens dienen, und zwar insbesondere Vorgängen der Ernährung und der Assimilation. Diese Seitenketten sind es nun, die durch ihre chemische Konfiguration auch Verwandtschaft zu körperfremden Stoffen haben können, wenn die letzteren nur entsprechend abgestimmte *haptophore* Gruppen besitzen. Treten nun aber derartige körperfremde Stoffe, seien es nun schädliche oder unschädliche Mikroorganismen, seien es Gifte oder harmlose Eiweißstoffe, in den Verband des vielzelligen Organismus ein, und finden sich im Protoplasmamolekül entsprechende Seitenketten, für ihre *haptophoren* Gruppen, so werden sie an das Zellprotoplasma *verankert*. Nunmehr kann, wenn es sich um Giftstoffe handelt, wenn im Sinne *Ehrlichs* der körperfremde Stoff auch *toxophore* Gruppen besitzt, eine Vergiftung der Zelle eintreten. Für die Betrachtung der Reaktionsvorgänge im Organismus ist aber die Überlegung wichtiger, daß die Fesselung körperfremder Stoffe an die Seitenketten des Protoplasmas einen Defekt für das Zelleben bedeutet. Dieser Defekt, d. h. die Ausschaltung der Seitenketten des Zellprotoplasmas, bedeutet nun für die Zelle den Anreiz, die entsprechenden Seitenketten neu zu bilden. So entsteht schließlich eine Sekretion spezifischer Seitenketten, welche zur Anhäufung dieser Gebilde in der Blutflüssigkeit führt. Dieselben derart freigewordenen Seitenketten wirken nunmehr als Antikörper, und es kann kein Zweifel sein, daß sie, wenn man *Ehrlichs* geistvoller Vorstellung folgt, in so spezifischer Weise als Schutz-

stoffe oder Gegengifte wirken müssen, wie es tatsächlich der Fall ist.

Dieser Erklärungsversuch ist in dem unvereinbaren Chaos von Erscheinungen wie die Erlösung von einem Alpdruck empfunden worden. Naturbeobachtung hatte die Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen aufgeklärt, aber für den kausalen Zusammenhang fehlte das Verständnis, bis durch *Ehrlichs* Seitenkettentheorie der Vorhang gelüftet wurde, der die Szene des Naturgeschehens bisher in völliger Dunkel gehüllt hatte. Die Frage, ob das entworfenen Bild von absoluter Richtigkeit ist oder auch verzerrte Züge aufweist, ist bei der außerordentlichen Energie, mit der es den Fortschritt der Wissenschaft gelenkt hat, von untergeordneter Bedeutung. Jede Hypothese muß sich vor der Macht der Tatsachen beugen, und sie muß einem besseren Erklärungsversuch weichen, wenn Beobachtung nicht mehr dem durch sie begrenzten Begreifen sich anpassen läßt. Umso bewundernswerter ist es, daß die Seitenkettentheorie nach fast 2 Dezennien ruhmvoller Herrschaft auf dem Gebiete der Immunitätslehre und insbesondere der Antikörperreaktionen in ihren wesentlichen Bestandteilen noch immer das einzige Prinzip ist, durch das es gelingt, den wahrnehmbaren Erscheinungen einen geistigen Ausdruck zu geben. Sie war und ist so sehr das treibende Moment für den Aufschwung der Forschung, daß sie mit eherner Kraft das Schicksal weiterer Gebiete biologischer Wissenschaft beherrscht. In der Immunitätsforschung im besonderen führte die Seitenkettentheorie zur Aufklärung des Wirkungsmechanismus der verschiedenartigen Antikörperformen, zur Feststellung zahlreicher für die Serumtherapie und Serodiagnostik maßgebender Prinzipien, insbesondere auch zu *Ehrlichs* ausgezeichneten Prüfungsmethode des Diphtherieserums.

Die Bedeutung der Seitenkettentheorie für die Biologie erstreckt sich nach vielen Richtungen hin. Nur erinnert sei daran, wie *Ehrlich* dadurch die Erscheinungen der Immunität mit physiologischen Vorgängen der Ernährung und Assimilation in einen innigen Zusammenhang zu bringen wußte, wie er in dem Immunisierungsvorgang, der zur Anhäufung der Schutzstoffe im Blute führt, nur eine ins Pathologische gesteigerte Aberration physiologischer Vorgänge, in der Antikörperbildung den Ausdruck einer allgemeinen biologischen Gesetzmäßigkeit erkannte. Das Bedeutsamste in den Anschauungen, die man als „Seitenkettentheorie“ zusammenzufassen pflegt, liegt aber sicherlich in der darin enthaltenen scharfen Formulierung der Seitenketten als *Rezeptoren*. Gerade durch diese *Rezeptorkonzeption* waren *Partialfunktionen der Zelle* determiniert und zugleich der experimentellen Analyse zugänglich gemacht, die früher unbekannt waren und mit anderen Methoden verborgen bleiben mußten. Der Rezeptor im Sinne *Ehrlichs* bedeutet in der Tat eine neuartige biochemische Einheit, stereochemisch

gedacht als bestimmte Atomgruppierung des Zellprotoplasmas, durch die Antikörperreaktion in ihrer biologischen Einheit aber auf eine greifbare experimentelle Basis gestellt. Man denke im Sinne biologischer Betrachtungsweise nur an die Vielheit von Fragestellungen, zu welchen diese neuartige Auffassung unmittelbar führt! Wo findet sich der gleiche Rezeptortyp? Folgt er in seiner Verteilung im Zellstaat des Makroorganismus oder in den Individuen verschiedener Arten der Differenzierung im zoologischen System oder auf morphologisch-anatomischer Grundlage? Durch die Antikörperreaktionen sind solche Fragen von großem allgemein-biologischen Interesse ohne weiteres der Analyse zugänglich. Man braucht nur mit einem bestimmten Material Immunsere herzustellen und kann nun mit den verschiedenen Methoden der Immunitätsforschung nachweisen, auf welche Zellen und Gewebe diese Antisera wirken.

Experimentelle Erfahrung hatte gezeigt, daß eine Spezifität der Antikörper in dem ursprünglich angenommenen Sinne nicht vorhanden ist. Denn ein Immunsereum wirkt nicht nur auf diejenige Zellart, durch die es erzeugt ist (die *homologe* Zellart), sondern auch auf andersartige (*heterologe* Zellen). Die Ursache hierfür ist nun aber darin gelegen, daß eben der gleiche Rezeptor nicht auf eine bestimmte Zelle oder eine bestimmte Art beschränkt ist, sondern sich auch an anderen Stellen oder in anderen Organismen vorfindet. So hat das Studium der Antikörperreaktionen gelehrt, daß im selben Organismus an mehreren Organen gleiche Rezeptoren vorhanden sein können, z. B. im Blute und in der Milch, gleichzeitig aber auch, daß an verschiedenen Organen besondere für sie typische Rezeptoren oder biochemische Strukturen vorkommen. Gleiche Rezeptoren findet man auch in entsprechenden Organen oder Geweben verschiedener Tierarten, und diese Rezeptorengemeinschaften nehmen in der Regel um so stärkere Grade an, je näher verwandt die Tierarten im zoologischen System zueinander sind.

Erst im Lichte von Ehrlichs Forschung war es möglich, das scheinbar regellose Walten der Natur zu verstehen. An Stelle oder zum mindesten in bedeutsamer Ergänzung von früherer vergleichender und topographischer Betrachtung tritt durch Ehrlich eine *vergleichende und topographische Analyse biochemischer Strukturen*, bei der die *Einheit* nicht mehr die Zelle, sondern der *Rezeptor* ist. Von ganz besonderem biologischen Interesse ist dabei auch die Ausdehnung der Rezeptorstudien auf gleichartige Zelltypen *verschiedener Individuen*, wie sie zum ersten Male von Ehrlich und Morgenroth vorgenommen wurde. Es zeigte sich dabei, daß bei der Immunisierung von Tieren mit den Blutzellen anderer Individuen der gleichen Tierart Antikörper (*Isoantikörper*) entstehen, welche auf die zur Immunisierung benutzten Blutzellen und auf diejenigen

mancher anderer gleichartiger Individuen einwirken, niemals aber auf die Blutzellen desjenigen Organismus, an dem die Immunisierung vorgenommen worden ist. Es entstehen also wohl *Isoantikörper*, aber nicht *Autoantikörper*. Schon daraus ergibt sich eine früher unbekannte Feststellung von großem Interesse, daß nämlich *zwischen gleichen Zelltypen verschiedener Individuen biochemische Unterschiede bestehen*, und es ist kaum zu zweifeln, daß man bei hinreichender Variation der Versuchsanordnung für jedes einzelne Individuum zur Feststellung eines ganz bestimmten Rezeptorensystems gelangen könnte. Auf Grund der Rezeptorenlehre lassen sich diese Unterschiede durch die Vielheit des Rezeptorenapparates genau definieren, und es zeigen sich so deutliche biochemische Merkmale für *Individualeigenschaften*, deren Studium auch in bezug auf Fragen der Vererbungswissenschaft von Interesse erscheint.

Gerade für die *Probleme der Vererbungslehre* dürfte Ehrlichs Werk in vielfacher Hinsicht von großer Bedeutung sein. Für die eben erwähnten Individualcharaktere, die durch Antikörperreaktionen so deutlich nachweisbar sind, ergibt sich auf Grund von Ehrlichs pluralistischer Rezeptorenanalyse, daß es sich nicht um *Individualstoffe* im eigentlichen Sinne zu handeln braucht, d. h. daß nicht *ein* für ein bestimmtes Individuum charakteristischer Rezeptor die Individualität bestimmen muß, daß vielmehr die Individualität resultiert aus der Summe der durch Verwendung verschiedener Antisera feststellbaren Rezeptoreinheiten. Die letzteren sind aber als solche keine *Individualstoffe*, kommen vielmehr bei einer größeren Zahl von Individuen vor. Erst ihre wechselvolle Kombination führt zu dem biochemischen Charakter des Individuums. Man gelangt also hier auf Grund von Ehrlichs Rezeptorkonzeption zu ähnlichen Vorstellungen, wie sie sich auch auf Grund von botanisch-vererbungswissenschaftlichen Studien ergeben haben: „Dem Individuum eigen sind nicht einzelne Stoffe; eine bestimmte Kombination von Stoffen ist für das Individuum charakteristisch“ (Correns). Es verdient in diesem Sinne hervorgehoben zu werden, daß nach den Untersuchungen von v. Dungen und Hirschfeld gewisse, durch bestimmte Antikörperformen nachweisbare, individuell-differenzierende Rezeptoren sich nach den Mendelschen Gesetzen vererben, daß die durch die Antikörperreaktion determinierte Rezeptoreinheit in diesem Falle also zugleich die Vererbungseinheit darstellt.

Die Bedeutung von Ehrlichs Wirken für die Vererbungswissenschaft ist damit aber nicht erschöpft. Von großem Interesse ist zunächst der von Ehrlich durch den berühmten sog. „*Ammenversuch*“ geführte Nachweis, daß die Vererbung der durch Antikörperwirkung bedingten erworbenen Immunität bei höheren Organismen nicht durch das Keimplasma erfolgt, daß es sich viel-

mehr, wenn eine derartige Vererbung vorhanden ist, um einen Übergang der Antikörper durch das Filter des Mutterkuchens oder durch die Milch handelt. Das Prinzip des „Ammenversuchs“, der sich auf den von *Ehrlich* geführten Nachweis des Übergangs der Antikörper in die Milch gründet, besteht in der Vertauschung normaler und immuner Mütter bei der Säugung. Werden die Jungen normaler Eltern von einer immunen Amme gestillt, so werden sie immun, dagegen besitzen die von einer normalen Amme gestillten Jungen immuner Eltern keine Immunität. Nur die Mutter ist also imstande, die erworbene Immunität auf die Nachkommenschaft zu übertragen, und eine erbliche Übertragung der Immunität im eigentlichen Sinne des Wortes findet nicht statt. Andererseits haben gerade die Arbeiten *Ehrlichs* bei den einzelligen Organismen eine Fülle von Erscheinungen kennen gelehrt, welche die *Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften* dartun.

* * *

Die Untersuchungen über die Wandlungsfähigkeit einzelliger Lebewesen sind wohl die großartigsten Ergebnisse, welche *Ehrlichs* chemotherapeutische Studien für die Biologie gezeitigt haben. Es handelt sich um die von *Ehrlich* festgestellten Erscheinungen der *Arzneifestigkeit* und der *Serumfestigkeit*. Die Tatsache, daß Parasiten, in *Ehrlichs* Versuchen vornehmlich Trypanosomen, durch Behandlung mit chemotherapeutischen Stoffen eine Resistenz gegenüber der gleichen Behandlungsform gewinnen können, und die Spezifität dieser Arzneifestigkeit führten *Ehrlich* zu jener Theorie der Arzneiwirkung, die man kurz als *Chemozeptorentheorie* bezeichnen kann. Ihr bedeutungsvoller Inhalt ist, daß auch für Verankerung und therapeutische Wirkung chemischer Stoffe ganz ähnlich wie für die Wirkung der Toxine und der Antikörper besondere Atomgruppierungen von bestimmter Affinität, *Partialfunktionen*, im Protoplasma anzunehmen sind. Von großem biologischen Interesse ist bereits die Methodik, mit der hier das Studium neu erworbener Zelleigenschaften, der Arzneifestigkeit, von *Ehrlich* erreicht wurde. Es handelt sich um die Analyse von Zellfunktionen der Parasitenzelle im Wirtsorganismus durch chemotherapeutische Beeinflussung, also wiederum um ein gänzlich neuartiges Forschungsgebiet, das *Ehrlich* treffend als *therapeutische Biologie* bezeichnet hat. Der Grundversuch besteht in folgendem: Werden infizierte Tiere mit chemotherapeutischen Mitteln behandelt, so zwar, daß nach einiger Zeit wieder ein Rückfall, ein Rezidiv, der Krankheit entsteht, so zeigen sich nach mehr oder weniger langer Zeit die Parasiten durch das gleiche chemotherapeutische Agens auch in größten Dosen nicht mehr beeinflussbar. Man kann diese festgewordenen Parasitenstämme leicht fortzüchten, indem

man sie von demjenigen Tier, in dem sie infolge ungenügender chemotherapeutischer Wirkung entstanden sind, auf normale Tiere überimpft. Gerade hierbei ergaben sich Tatsachen von fundamentaler biologischer Bedeutung. Es zeigte sich nämlich, daß diese erworbene Arzneifestigkeit *dauernd bestehen blieb*. Gleichzeitig erwies sich aber diese Festigkeit der Trypanosomen *von großer Spezifität*. Trypanosomenstämme, die eine Festigkeit gegenüber Arsenverbindungen erworben hatten, waren der chemotherapeutischen Beeinflussung durch Benzidinfarbstoffe oder Triphenylmethanfarbstoffe gegenüber unverändert, und umgekehrt zeigten sich die gegenüber einer Farbstoffklasse resistent gewordenen Parasiten einer anderen Farbstoffklasse oder den Arsen- und Antimonverbindungen gegenüber unverändert zugänglich.

Gerade hieraus entwickelte *Ehrlich* die Lehre der Chemozeptoren. Er nahm an, daß für eine bestimmte Gruppe von Chemikalien ein spezifisch geeigneter *Chemozeptor* in der Parasitenzelle vorhanden ist, und betrachtete die Ursache der Festigkeit wiederum auf chemischer Grundlage; er erblickt das Wesen der Arzneifestigkeit in einer Verminderung der chemischen Affinität des entsprechenden Chemozeptors. Diese Aviditätsverminderung kann bis zu einem Erlöschen der Reaktionsfähigkeit führen. Es genügt aber für das relative Festwerden bereits ein solcher Grad, daß nur eine Verminderung der Parasitotropie entsteht, ohne daher im Reagenzglasversuch mit Sicherheit nachweisbar zu sein.

Die Spezifität der Erscheinung ermöglicht es sogar, auf therapeutisch-biologischem Wege der analytischen Chemie vorzugreifen. Denn man kann, wie *Ehrlich* gezeigt hat, arzneifeste Stämme gewissermaßen als *therapeutisches Sieb* (*cribrum therapeuticum*) benutzen, um die Zugehörigkeit einer unbekannten Substanz zu einer bestimmten Klasse von chemotherapeutischen Verbindungen festzustellen. Wirkt z. B. ein Stoff auf arsenfeste Parasiten, so kann er im allgemeinen nicht zur Klasse der Arsenverbindungen gehören usw.

Die Entdeckung der Arzneifestigkeit und die aus ihr hervorgegangene Chemozeptorenlehre waren, wie hier nur kurz erwähnt sei, für die praktische Therapie von größter Bedeutung. So entstand *Ehrlichs* Aufstellung des Begriffs der *Therapia sterilisans magna* als das Ideal chemotherapeutischer Bestrebungen. Aus der Arzneifestigkeit ergab sich eben die Forderung, wenn möglich, die Parasiten im erkrankten Organismus mit einem einzigen Schlage vollständig abzutöten, um sie biologischer Wandlung zu den gefährlichen arzneifesten Stämmen zu entziehen. Daß auch dieser Erfolg bei gewissen Krankheitsformen, insbesondere der tropischen, der Syphilis ähnlichen Framboesie und dem Rückfallfieber durch die Behandlung mit Salvarsan erreicht worden ist, soll hier nicht un-

erwähnt bleiben. Durch die Vielheit der Chemozeptoren und ihr differenziertes Verhalten ergaben sich zugleich rationelle Grundlagen für eine *Kombinationstherapie*, d. h. für die gleichzeitige Anwendung mehrerer Arzneimittel aus verschiedenen chemischen Gruppen, um die Parasitenzelle durch Vermittlung verschiedener Chemozeptoren gleichzeitig anzugreifen. So war Ehrlich auf biologischer Grundlage zu dem Schlagwort therapeutischer Strategie: *Getrennt marschieren, vereint schlagen* gekommen.

In biologischer Hinsicht ist aber die Bedeutung, die sich aus der von Ehrlich begründeten Erforschung der Arzneifestigkeit ergibt, in ihrem vollen Umfange noch kaum zu ermessen. Die Wandlungsfähigkeit, der hier einzellige Lebewesen unterliegen, muß als eines der reizvollsten Probleme biologischer Naturforschung erscheinen, zumal in Anbetracht der durch Ehrlich vorgezeichneten Methodik, die es ihr exakt nachzugehen erlaubt. Es handelt sich in gewissem Sinne, wie Ehrlich selbst es ausdrückte, um eine in bestimmter Richtung liegende Beeinflussung des Zelllebens, ganz ähnlich wie in den Experimenten Jacques Löbs über Parthenogenese, nur daß hier mit organischen, dort mit anorganischen Substanzen auf analoge Ziele gesteuert wird. Die spezifische Arzneifestigkeit als solche und ihre verschiedenen Grade, wie sie sich besonders beim Studium der Arsenverbindungen zeigten, sind gewiß bereits von großem Interesse. Dazu kommen aber noch die Vererbbarkeit und Erfahrungen über außerordentlich schnell eintretende Festigungen. Die letzteren erreichte Ehrlich besonders durch Verwendung von Acridinfarbstoffen. Sie sind wegen ihres außerordentlich rasch erfolgenden Eintritts ebenso wie die Vorgänge der Serumfestigkeit den Erscheinungen der *Mutation* vergleichbar.

Von nicht geringerer Bedeutung als die Probleme, welche sich aus der Arzneifestigkeit ergeben, sind diejenigen, welche das Studium der von Ehrlich als *serumfest* bezeichneten Parasitenstämme eröffnet hat. Auch hier sind es ungeahnte und vererbare Anpassungserscheinungen, mit denen wir durch Ehrlichs Werk bekannt geworden sind. Wenn man sich, wie es durch den Sprachgebrauch vielleicht bedingt ist, scheuen mag, bei der Festigkeit gegenüber Chemikalien von „Immunität“ im engeren Sinne zu sprechen, so hat man jedenfalls bei der Serumfestigkeit volle Berechtigung dazu. Denn hier handelt es sich um eine Gewöhnung an vorläufig chemisch nicht faßbare Stoffe, welche nur die belebte Natur entstehen läßt. Das Reagens sind die durch den Immunisierungsprozeß erzeugten *Antikörper*, denen gegenüber das zur Immunisierung führende Agens, in diesem Falle die Parasitenzelle, eine Immunität erwirbt.

Zur Entdeckung dieser erworbenen Immunität der Parasiten führte folgender Grundversuch: Die Abtötung der Parasiten durch Chemikalien hat,

wie Ehrlich gezeigt hat, die Bildung von Antikörpern zur Folge. Das Überraschende war nun, daß trotz reichen Antikörpergehaltes des Blutes *Rückfälle* (Rezidive) entstehen können, und es ergab sich, daß die diese Rückfälle verursachenden Parasiten, die sog. *Rezidivstämme*, eine Immunität, eine *Serumfestigkeit*, wie sie Ehrlich nannte, gegenüber den durch den Ausgangsstamm gebildeten Antikörpern erworben hatten. Durch weitere Überimpfung solcher Rezidivstämme auf normale Tiere kann man ohne weiteres nachweisen, daß sie tatsächlich andersartige Antikörper bilden als die Ausgangsstämme, d. h. daß die derart erzeugte Immunität sich nur auf den Rezidivstamm, aber nicht auf den Ausgangsstamm bezieht. Diese Serumfestigkeit kann so rasch eintreten, daß Ehrlich von *Mutationsvorgängen* spricht.

Die Bedeutung der Entdeckung und Analyse der Serumfestigkeit liegt darin, daß es sich um eine vererbare Immunität einzelliger Lebewesen handelt, die auf einem Schwund von immunisatorisch wirkenden Rezeptoren beruht, d. h. von denjenigen Partialfunktionen der Zelle, die für Entstehung und Wirkung der Antikörper maßgebend sind. Es sind das diejenigen Rezeptoren, denen Ehrlich normalerweise eine wesentliche Bedeutung für die Ernährung und Assimilation zuspricht, und die er daher in ihrer Gesamtheit als *Nutrizzeptoren* bezeichnet hat. Daß ein derartiger Schwund von Nutrizzeptoren zu einer Immunität der Zelle führen müsse, hatte Ehrlich schon früher auf Grund der sich aus der Seitenkettentheorie ergebenden Konsequenzen gefolgert. Jedoch war es bei der Analyse der Immunitätserscheinungen bei den höher organisierten Lebewesen nicht gelungen, Beispiele einer solchen Immunität durch erworbenen Rezeptorenmangel einwandfrei festzustellen. Durch das chemotherapeutische Experiment ist es nun möglich geworden, die Immunität einzelliger Mikroorganismen in überraschend aussichtsreicher Art zu studieren, und die Entdeckung Ehrlichs, daß hier eine Immunität durch *Rezeptorenschwund* festzustellen möglich ist, beansprucht das größte biologische Interesse.

Noch wunderbarer aber erscheint es, daß das Zellprotoplasma zugleich befähigt ist, *neuartige Ersatzrezeptoren* zu bilden, die ihrerseits wiederum eine vererbare Eigenschaft der Zelle darstellen. Und wenn man fernerhin sieht, daß die Rezidivstämme gleiche Umwandlungen wie der Ausgangsstamm durchmachen können, und daß hierbei immer neue Abarten mit verändertem Rezeptorenapparat entstehen, so gelangt man durch das chemotherapeutische Experiment zur Kenntnis einer Fülle von potentiellen Fähigkeiten, welche die Parasitenzelle vielfältig zu verändern imstande sind.

Durchaus bezeichnend und von größtem biologischen Interesse ist die ursächliche Deutung, die Ehrlich den Erscheinungen der Serumfestig-

keit gegeben hat. Auch den Nutrizeptoren der Parasiten schreibt er, wie überhaupt allen Nutrizeptoren, ernährungsphysiologische Funktionen zu. Durch die Antikörperwirkung sind sie ihrer eigentlichen Aufgabe im normalen Lebensvorgang entzogen und unterliegen so gewissermaßen einer Inaktivitätsatrophie. Da mithin das Organ der Ernährung fehlt, sucht das Protoplasma durch die Bildung neuer Nutrizeptoren der drohenden Gefahr zu begegnen, und es erscheinen neue Rezeptorentypen, die Ehrlich „auf den Hunger des Protoplasmas zurückführt, unter dessen Einfluß neue potentielle Anlagen des Trypanosomas zur Entfaltung kommen“. Sind aber schließlich einmal die Möglichkeiten der Entwicklung neuer Rezeptoranlagen erschöpft, so müssen die Parasiten mangels geeigneter Ernährungsorgane verhungern, und man kann sich mit Ehrlich vorstellen, daß bei gewissen Formen rezidivierender Infektionen eine Selbstheilung auf derart biologischer Grundlage das Endergebnis ist.

* * *

Das Moment des Mangels an Nährstoffen, die *Athrepsie*, spielt in Ehrlichs Betrachtung auch auf anderen Gebieten eine interessante und wichtige Rolle. Zum klarsten Ausdruck ist das bei einem Arbeitsgebiet Ehrlichs gekommen, das zum Schluß noch kurz angeführt werden muß, der *experimentellen Geschwulstforschung*. Auch hier hat Ehrlich nicht nur für die Geschwulstforschung im besonderen, sondern zugleich durch die von ihm eingeführten allgemein-biologischen Gesichtspunkte überaus anregend gewirkt. Er schuf den Begriff der *Geschwulstvirulenz*, d. h. der wandelbaren Fähigkeit der Geschwulstzelle, sich in einem neuen Organismus zu vermehren. Auf bakteriologischer Grundlage zeigte er, daß man Geschwulstzellen durch sukzessive Übertragung von Tier zu Tier in ihrer Virulenz bis zu einem Höchstgrade steigern kann, und er begründete damit zugleich die heute für die experimentelle Geschwulstforschung maßgebende Methodik. In biologischer Hinsicht aber ist von besonderer Bedeutung die Einführung des *Gedankens der Athrepsie*. Auch hierbei handelt es sich im wesentlichen um das Verteilungsprinzip. Das Wachstum der Geschwulst erscheint in relativer Abhängigkeit von dem Verhältnis der Avidität der Geschwulstzelle und der Zellen des geschwulsttragenden Organismus (bzw. ihrer Nutrizeptoren) zu den notwendigen Nährstoffen. Die chemische Avidität der Partialfunktionen entscheidet also über das Schicksal. Es entstand derart der Begriff einer Immunität durch Athrepsie (der *athreptischen Immunität*), den Ehrlich zugleich auf zahlreiche Probleme der Biologie zu übertragen wußte.

So hat der Grundgedanke von Ehrlichs wissenschaftlichem Wirken, die Überzeugung von der ausschlaggebenden Bedeutung der Beziehungen

zwischen Konstitution, Verteilung und Wirkung überall, wohin ihn sein Schöpfer trug, mit fruchtbarer Kraft schwer zugängliche Forschungsgebiete oder bis dahin verschlossenes Land biologischer Naturwissenschaft eröffnet. In unerschöpflicher Machtfülle erscheint die Bedeutung von Paul Ehrlichs Werk für die Biologie. Sein Einfluß hat ihr auf zahlreichen Gebieten die Richtung gewiesen. Seine Forschung, seine Gedankenarbeit werden dem Fortschritte des Naturerkennens für alle Zukunft starke Pfeiler sein, von Meisterhand gefügt.

Stefánssons Landentdeckung im nordamerikanischen arktischen Archipel.

Nach der Erreichung von Nord- und Südpol nähert sich die Erforschung unseres Erdballs mit Riesenschritten ihrem Ende, und immer seltener werden die Fälle, in denen es kühnen Reisenden gelingt, unsere Kenntnis der Verteilung von Wasser und Land durch die Entdeckung unbekannter Länder zu vermehren. Um so größeres Aufsehen erregte daher die Auffindung von Kaiser-Nikolaus-II-Land im Sibirischen Eismeere durch den russischen Kapitän Wilkitzki, über welche *Die Naturwissenschaften* am 12. Juni 1914 (2. Jahrg., S. 574) berichten konnten. Nunmehr liegen abermals Nachrichten über Neues Land in der Arktis vor, denen, wie wir sehen werden, eine wesentlich größere Bedeutung zukommt als den Entdeckungen Wilkitzkis.

Am 17. September 1915 meldete der Telegraph aus Ottawa, daß der seit Jahren in der amerikanischen Arktis tätige Polarforscher V. Stefánsson, von dem man seit April ohne Nachricht war und den man deshalb schon beinahe verloren gegeben hatte, gerettet sei und auf seinem Vorstoß nach Norden neues Land entdeckt habe. Stefánsson hatte seine Expedition im Sommer 1913 angetreten¹⁾ und den Winter an der Nordküste von Alaska zugebracht. Am 22. März trat er von Martin Point aus die Schlittenreise über das zugefrorene Nordpolarmeere an, aber noch am 27. April befand er sich in der Gegend der Grenze zwischen Kanada und Alaska nahe der Küste. Schlechtes Wetter und widrige Eistrift gestalteten das Unternehmen sehr schwierig. Erst am 26. Juni erreichte daher Stefánsson mit seinen beiden norwegischen Begleitern Andreassen und Storkensen die Westküste von Banksland, der westlichsten Insel des nordamerikanischen arktischen Archipels, bei Burnett Bai, etwa 50 km südlich vom Prinz-Alfred-Kap. Die unterwegs angestellten Lotungen zeigten, daß der Meeresboden wahrscheinlich in drei Absätzen nach Banksland zu ansteigt. Es war das erste Mal nach der Überwinterung von Mac Clure im Jahre 1854, daß ein weißer Mann dieses weltabgelegene Eiland besuchte. Da der zur Abholung bestimmte Schoner „North Star“ ausblieb, so gerieten die Forscher, trotzdem die Rentierjagd ihnen genügenden Fleischvorrat lieferte, in große Not, und sie wären wahrscheinlich zugrunde gegangen, wenn sie nicht im Laufe des September am südlichen Teile der Westküste, bei Kap Kellett, das andere Schiff der Expedition, die „Mary Sachs“, im Winterquartier liegend gefunden hätten. Während des Winters unternahm dann Stefánsson, nur von einem Eskimo begleitet, eine mehr als 600 km weite Schlittentour nach

¹⁾ Die Naturwissenschaften 1914, Jahrg. 2, S. 576.

dem südöstlichen Teile von Banksland und nach Victoria Island, um von den Eskimos, die sich in jenen Gebieten aufzuhalten pflegen, Hunde für seine beabsichtigten Schlittenreisen zu kaufen, weil er selbst nur noch 17 dieser unentbehrlichen Tiere besaß. Da er jedoch keine Eskimos antraf, mußte er unverrichteter Sache nach Kap Kellett zurückkehren. Trotzdem brach er schon zeitig im Februar 1915 mit seinen beiden Norwegern, denen sich noch ein dritter Mann von der Schiffsbesatzung hinzugesellt hatte, längs der Westküste nach Norden auf. Aber erst Anfang April konnte er Prinz-Alfred-Kap verlassen und am 26. April den 75. Breitengrad erreichen. Die Meerestiefen betrugen hier 250—350 m. Wegen der geringen Tragfähigkeit des Eises und der zahlreichen offenen Stellen ließ sich die beabsichtigte Rekognoszierungstour nach Westen über das Meereis nicht ausführen, und Ste-

10 km weit landeinwärts gelegenen, über 600 m hohen Berge noch höhere Gipfel in allen Richtungen zwischen Nord und Ost gesichtet wurden, deren Entfernung schätzungsweise etwa 100 km betrug. Das Land ist im Westen flacher, nimmt aber nach Osten hin beträchtlich an Höhe zu. Am 22. Juni, als die Gänse und andere Vögel eintrafen und das Eis der Flüsse aufbrach, trat man die Rückreise durch die östlich von Prinz-Patrick-Island nach Süden führende Fitz-William-Straße an, wobei noch einige kleine Inseln entdeckt wurden, die zwischen dem neuen Land und der Melville-Insel liegen, an deren Westküste die Expedition nach Süden zog. Nach Überschreitung der Banksstraße durchquerte Stefánsson von der Mercybai an der Nordküste aus das Innere von Banksland in diagonaler Richtung bis Kap Kellett. Von dort aus gedenkt er im Sommer dieses Jahres seine For-



fánsson war genötigt, seinen Weg an der Westküste von Prinz-Patrick-Island entlang zu nehmen, das weiter im Norden jenseits der Banksstraße gelegen ist. Dicker Nebel, weicher Schnee und offenes Wasser bereiteten dem Vordringen große Schwierigkeiten, doch gelang es, an die Nordwestspitze von Prinz-Patrick-Island zu kommen und den Teil der Küstenlinie zu vermessen, der zwischen den äußersten Punkten liegt, welche *McClintock* und *Mecham* um die Mitte des vorigen Jahrhunderts erreicht hatten. Damit ist jetzt der gesamte Umriß von Prinz-Patrick-Island festgelegt. Am 18. Juni sah *Storkensen* als Erster ein unbekanntes Land ziemlich nahe im Nordosten, nach dem man sofort aufbrach. Am nächsten Tage wurde es in 78° Nord und 117° West erreicht. Stefánsson folgte der Küste in ost-südöstlicher Richtung und erkundete dieselbe in einer Erstreckung von etwa 180 km. Daß es sich um einen Landkomplex von ziemlicher Ausdehnung handeln muß, geht daraus hervor, daß von einem

schungen zu vervollständigen und vor allem das neue Land gründlich zu untersuchen. Der Schoner „Polar Bear“ ist bereits für die Zuführung von Proviant und Ausrüstungsgegenständen gechartert worden.

Was nun dieser Entdeckung Stefánssons eine ganz besondere Bedeutung verleiht, die weit über das gewöhnliche Maß hinausgeht, ist der Umstand, daß es sich hier voraussichtlich um die Bestätigung der Richtigkeit einer geophysikalischen Berechnung handelt, die wir dem Amerikaner *R. A. Harris* verdanken. Dieser Gelehrte hat alle aus dem Nordpolarmeere bekannten Gezeitenmessungen sorgfältig untersucht und dabei Anomalien festgestellt, die mit der Annahme eines tiefen ununterbrochenen Meeresbeckens zwischen dem Nordpol und der Nordküste von Alaska nicht in Einklang zu bringen sind. Die Unstimmigkeiten verschwinden jedoch, wenn man annimmt, daß hier ein größerer Landkomplex vorhanden ist. Seine Berechnungen haben nun *Harris* zu der Überzeugung geführt,

daß jenes hypothetische Nordpolarland eine Größe von etwa $1\frac{1}{3}$ Millionen Quadratkilometer besitzt und eine trapezoidische Form hat, deren Einzelheiten in dieser Zeitschrift bereits früher beschrieben worden sind¹⁾. *Harris* hat in eine Nordpolarkarte sein auf theoretischem Wege gefundenes Land eingezeichnet, und dabei zeigt sich, daß diejenigen bekannten Länder, die demselben am nächsten liegen, gerade Banksland und Prinz-Patrick-Insel sind. Tatsächlich kommt das neue Land der letztgenannten Insel noch beträchtlich näher als auf der Karte von *Harris*; auch hat der Verlauf der Küste in Wirklichkeit eine größere westöstliche Komponente als auf der hypothetischen Karte. Immerhin aber ist die Übereinstimmung doch eine so gute, daß man wohl berechtigt ist, die Entdeckung *Stefánssons* als eine Bestätigung der theoretischen Konstruktion von *Harris* zu betrachten. Die Entdeckung des ebenfalls in den Rahmen jenes hypothetischen Harris'schen Landes hineinpassenden Crockerlandes durch *Peary* ist inzwischen durch die Expedition von *Macmillan* widerlegt worden²⁾. Um so größere Wichtigkeit kommt dem Neuland von *Stefánsson* zu, weil hier zum ersten Male die Gangbarkeit eines neuen Weges in der Methodik der geographischen Entdeckungen durch den Erfolg nachgewiesen sein dürfte.

O. Baschin.

Besprechungen.

Hoering, Paul, Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation.

Berlin, Julius Springer, 1915. XVIII, 638 S. Preis geb. M. 12,—.

Das vorliegende Werk will ausführlich über den heutigen Stand der Torfrage informieren und beruht in seinen wesentlichsten und wichtigsten Angaben auf Untersuchungsergebnissen, welche Verfasser selbst gewonnen hat, so daß manche Lücken, die verschiedene Veröffentlichungen von anderer Seite zeigten, nunmehr ausgefüllt sind. Es ist in dem Werke eine geschlossene, einheitliche Darstellung vorhanden; bei Bezugnahme auf fremde Arbeiten ermöglichen die Quellenangaben, auf die angezogenen Originalarbeiten zurückzugehen. Die Gliederung des Werkes in drei Teile, den allgemeinen, den chemischen und den technischen Teil, ist voll berechtigt und kommt der Übersichtlichkeit und seinem Werte als Nachschlagebuch sehr zustatten.

Der erste allgemeine Teil bringt wesentlich Neues nicht in den verschiedenen Kapiteln, welche die Bildung, Einteilung und botanische Charakterisierung der Torfarten behandeln; das gleiche gilt von den Ausführungen über Moore und ihre Bildung, Moorkultur und Moorverwertung in den verschiedenen Ländern. In bezug auf die letztere hebt Verfasser die Notwendigkeit gesetzlicher Maßregeln zur Sicherung einer rationellen Moorverwertung hervor und bringt das Moorschutzgesetz für die Provinz Hannover vom 4. März 1913 zum Abdruck. Mit Recht tritt er dafür ein, daß bei der gesetzlichen Regelung der Frage sowohl die landwirtschaftlichen als auch die industriellen Forderungen zu berücksichtigen sind.

Im zweiten, dem chemischen Teile, werden ausführlich die Fragen behandelt, unter welchen Voraussetzungen ein vorhandenes Moor sich für landwirt-

schaftliche Nutzung oder zur Gewinnung von Brennstoff eigne; der chemischen Untersuchung mußte daher die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften des Torfes vorangehen. Eine sehr große Zahl von Analysenangaben kommt dem Studium sehr zustatten. Auf S. 209 macht Verfasser u. a. Angaben über den Stickstoffgehalt verschiedener Torfsorten, und zwar in Prozenten auf lufttrockenen Torf berechnet. Es wäre wünschenswert, wenn derartige ungenaue Angaben aus wissenschaftlichen Werken verschwinden würden; der Wassergehalt des lufttrockenen Torfes ist keine bestimmte Größe, er ändert sich mit der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft; unter allen Umständen sollte der Feuchtigkeitsgehalt des sogenannten lufttrockenen Torfes angegeben sein, damit der Stickstoffgehalt umgerechnet werden kann in Prozenten der Torfsubstanz.

Der wichtigste und interessanteste Teil des Werkes scheint dem Referenten der Abschnitt des chemischen Teiles zu sein, welcher der Torfverwertung für industrielle Zwecke und den einzelnen Nebenprodukten gewidmet ist. Referent hatte bei einer Gelegenheit Veranlassung genommen, in dieser Zeitschrift (Heft 13, Jahrg. 1915, S. 171) der Überzeugung Ausdruck zu geben, daß eine rationelle, gewinnbringende Torfverwertung nur dann möglich sein wird, wenn die Nebenprodukte möglichst vollständig gewonnen werden. Verfasser scheint auf gleichem Boden zu stehen; durch seine Arbeiten hat er die Bestrebungen anderer der gleichen Richtung sehr gefördert und den beschwerlichen Weg zum Erfolg geholfen zu ebnen.

Verfasser hat zahlreiche Destillationsversuche mit Torf im Laboratorium ausgeführt, um über die günstigsten Bedingungen für die beste Ausnutzung Klarheit zu schaffen; nachdem dies geschehen, wurden Versuche mit einer größeren Versuchsanlage in Magdeburg fortgeführt. Wenn auch diese Versuche zu einer definitiven Lösung der Frage nach Ansicht des Referenten nicht geführt haben, so sind doch die erzielten Resultate von sehr großer Bedeutung, insofern als sie vollständig sind und die Versuche nach einheitlichen Grundsätzen durchgeführt wurden. Die bis heute in der Literatur bekannt gewordenen Daten bezüglich Nebenprodukte bezogen sich in den meisten Fällen stets auf das eine oder andere, so daß ein direkter Vergleich der von verschiedenen Arbeiten resultierenden Angaben zu schweren Fehlern Veranlassung geben konnte; die für die Ausbeute des einen Nebenproduktes günstigsten Bedingungen beeinflussen zum Teil die Ausbeute eines anderen Produktes im ungünstigen Sinne.

Die Laboratoriumsversuche in einem kleinen Rohrofen ergaben das bekannte Resultat, daß die Destillation des Torfes bei Zufuhr von Wasserdampf für die Ausbeute an Teer, Ammoniak und Essigsäure günstig ist, auf den Gewinn an Methylalkohol scheint der Dampfzusatz ohne Einfluß zu sein. Die Ausbeute an Torfkoks wird naturgemäß durch den eingeleiteten Dampf verkleinert, weil ein Teil zur Bildung von Wassergas verbraucht, wodurch andererseits das Volumen des erzeugten Gases vergrößert wird.

Von dem im Torfe enthaltenen Stickstoff konnten im günstigsten Falle im Laboratorium nur 30 % bei Destillation ohne Dampfzusatz und 60 % mit Dampfzusatz in Ammoniak übergeführt werden. Ein Versuch, die Destillation im Wasserstoffstrom vorzunehmen, ergab keine höhere Ausbeute an Ammoniak.

Auf Grund der gewonnenen Resultate ging Verfasser dazu über, eine größere Destillationsanlage mit einer eisernen Retorte von ca. 5 m Höhe und einem ovalen

¹⁾ Die Naturwissenschaften 1914, Jahrg. 2, S. 574 bis 576.

²⁾ Die Naturwissenschaften 1914, Jahrg. 2, S. 576 und 1915, Jahrg. 3, Nr. 11, S. 152.

Querschnitt von 500 × 700 mm aufzustellen und in längerem Betrieb zu halten. In bezug auf die hier erzielte Ausbeute an Ammoniak mag Verfasser überrascht gewesen sein, nur ca. 20 % der im Torfe enthaltenen Stickstoffmenge als Ammoniak wiedergefunden zu haben.

Referent glaubt diesen Fehlschlag auf die Konstruktion und Versuchsanordnung zurückführen zu müssen; es wurde der Einfluß der hoherhitzten Retortenwandung auf das gebildete Ammoniakgas nicht berücksichtigt. Nach früheren Untersuchungen wird das Ammoniakgas bei höherer Temperatur zersetzt und die Geschwindigkeit des Zerfalls steigt rapid mit der Temperatur, die Zersetzung beginnt schon bei ca. 300° C; die Gegenwart von Kohlensäure oder Wasserdampf verlangsamt dieselbe. Sofern die Destillationsgase Sauerstoff enthalten, tritt dieser mit dem Ammoniak in Reaktion und als Verbrennungsprodukt entstehen Wasser und Stickstoff.

Es wäre wünschenswert, wenn Verfasser die Frage der Ammoniakgewinnung bei der Torfdestillation nochmals prüfen würde; er käme vielleicht zu besseren Resultaten.

Anschließend an die Magdeburger Versuche gibt Verfasser eine sehr eingehende Darstellung über die Untersuchung der Destillationsprodukte selbst mit den Ergebnissen seiner Analysen. Den breitesten Raum nimmt naturgemäß die Trennung des Torfteers in seine einzelnen Bestandteile durch fraktionierte Destillation ein. Dieses Kapitel gibt eine solche Fülle von ins Detail gehenden Resultaten, daß ein eingehendes Studium ratsam ist für den, der sich mit der Torfverwertung und Gewinnung der Nebenprodukte beschäftigen will.

Im letzten, dem technischen Teil, befaßt sich der Verfasser mit der Gewinnung des Torfes und seiner technischen Verwertung als Brennmaterial. Die Entwässerungsmethoden des Torfschlammes werden mit Rücksicht auf den kolloidalen Zustand in solche eingeteilt, die eine Wasserentziehung unter Beibehaltung dieses Zustandes herbeiführen wollen, und in solche, welche den Wasseraustritt erleichtern durch Zerstören desselben, nämlich durch chemische Zusätze, durch Erhitzen oder durch Gefrieren der Torfmasse.

Auf Grund seiner Ausführungen kommt der Verfasser zu dem allseitig anerkannten Resultat, daß auf Grund der heute vorliegenden Erfahrungen nur eine Entwässerungsmethode ohne Änderung des kolloidalen Zustandes in Frage kommt, nämlich die altbekannte Lufttrocknung. Nur für Veredelungszwecke zur Erzielung eines hochwertigen Materials für besondere Zwecke kann ein Nachtrocknen des lufttrocknen Torfes in Betracht kommen. Als ein Beispiel für die Wasserentziehung nach Zerstörung des kolloidalen wird das Ekenbergsche Verfahren auch angeführt. Über dieses wurde in dieser Zeitschrift bereits referiert (Jahrgang 1913, S. 341). Hierauf Bezug nehmend, kann Referent nur wiederholen, daß nach seiner Ansicht das Ekenbergverfahren bis jetzt das einzige zu sein scheint, welches Aussicht haben könnte, für den industriellen Dauerbetrieb bei der Torfgewinnung — also Torfgewinnung im Tag- und Nachtbetrieb während des ganzen Jahres — in Frage zu kommen. Da die Hauptpatente im nächsten Jahre ablaufen, so ist zu hoffen, daß das Ekenbergsche Prinzip von neuem wieder aufgenommen wird und es deutschem Wissen und deutscher Energie gelingen werde, dasselbe für unsere Industrie nutzbar zu machen.

Der Verfasser behandelt kurz die Torffeuerungen und beschäftigt sich dann eingehender mit der Torfverkohlung, welche als Hauptprodukt den Torfkoks ergibt. Daß dieser bei dem fortschreitenden Mangel an billiger Holzkohle eine große Bedeutung nicht abzuspüren ist, unterliegt keinem Zweifel. Die angeführten Verkohlungsverfahren haben zu einem vorzüglichen Resultat bis heute nicht geführt, so daß ein weites Feld für Verbesserungen offenliegt.

Die Ausführungen über die Herstellung von Torfkraftgas und die dafür benutzten Kraftgasgeneratoren bieten wesentlich Neues nicht; das gleiche gilt auch von dem, was über die Zentralisierung der Torfverwertung im Moor gesagt wird. Hier werden einige Daten über die Wiesmoorzentrale in der Nähe des Ems-Jahde-Kanals und über die Schwegermoorzentrale in der Nähe von Osnabrück gegeben. Die erstere verfeuert den gewonnenen Torf direkt unter Dampfkesseln zwecks Dampferzeugung, während die zweite Zentrale ursprünglich den Torf in Generatoren vergasen wollte, um das Gas nach Abscheidung und Gewinnung von Ammoniak in Gasmotoren zu verwenden. Daß diese Zentrale einen Erfolg nicht hatte, ist bekannt.

Aus den obigen kurzen Ausführungen geht hervor, daß wir noch sehr weit von einer befriedigenden Lösung der sog. Torfrage entfernt sind.

Verfasser konstatiert mit Genugtuung, daß, nachdem durch weitgehende staatliche Unterstützung die landwirtschaftlichen Fragen der Moorkultivierung gelöst sind, nunmehr der Staat auch der industriellen Torfverwertung näher trat durch Gründung des „Laboratoriums für technische Torfverwertung“ und der Gründung der „Technischen Abteilung des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche“. Beide sind berufen, an der Lösung der verschiedenen Fragen mitzuarbeiten. Verfasser wünscht eine großzügige Organisation auf dem Torfgebiet, wo die Interessen der Landwirtschaft und Industrie ineinandergreifen, welcher Organisation ein Torfachmann als Beirat nicht fehlen dürfe. Mit durch den Staat mit Preisen reich ausgestatteten Wettbewerben hofft Verfasser auch das Interesse der ersten Maschinenfabriken zu wecken, damit diese sich mehr als bisher der Lösung der in Frage kommenden Probleme widmen. Dieser Wunsch, so gerechtfertigt er in normalen Zeiten sein mag, dürfte heute wohl nicht so bald in Erfüllung gehen; der Staat steht heute dringenderen Aufgaben gegenüber, als durch Preisaus schreiben anregend auf die Industrie einzuwirken. Es ist zu hoffen und zu wünschen, daß die führenden Persönlichkeiten der Industrie auch ohne staatliche Unterstützung ihr Interesse dem Torfproblem zuwenden werden. Der schließliche Erfolg wird nicht ausbleiben.

Asmus Jabs, Zürich.

Jänecke, Ernst, Die Entstehung der deutschen Kalisalzlager. Band 59 der Sammlung „Die Wissenschaft“. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. XI, 109 S. und 24 Abbild. Preis geh. M. 4,—, geb. M. 4,80.

Im ersten Drittel des Heftes bespricht der Verfasser die graphische Darstellung der gesättigten einschlägigen Lösungen nach den bekannten Verfahren im Dreieck. Auf einer Achse senkrecht zum Dreieck wird die Wassermenge der Lösungen abgetragen. Die jüngsten Untersuchungen von d'Ans im Anschluß an die van't Hoff'schen Arbeiten haben das verfügbare Zahlenmaterial erheblich vergrößert. Aus den Diagram-

men läßt sich qualitativ und quantitativ ableiten, welche Veränderungen die Salze durch die Einwirkung von Wasser oder von Chlornatrium-, Chlormagnesium- und anderen Lösungen erfahren.

Besonders wichtig für die Vorgänge in den Salzlagerstätten ist die Temperaturerhöhung infolge der Auflagerung jüngerer Sedimente (ca. 30° pro 1000 m). Hierbei findet ein *teilweises Schmelzen der Salze im eigenen Kristallwasser* statt, was in der vorliegenden Schrift ausführlich erörtert wird. So schmilzt Astrakanit bei 59,5° unter Bildung von Loewit und Vanthoffit neben Lösung, Loewit seinerseits bei 110° unter Neubildung von Vanthoffit und Kieserit; Kainit (zusammen mit Steinsalz) bei 83° unter Neubildung von Langbeinit, Sylvin und Kieserit, Carnallit mit Kainit in Gegenwart von Steinsalz bei 72° unter Bildung von Sylvin und Kieserit neben Lösung usw. Werden die überlagernden Schichten durch die Verwitterung wieder abgetragen, so vollziehen sich durch die Abkühlung die umgekehrten Vorgänge, soweit die beim früheren teilweisen Aufschmelzen entstandenen Laugen noch in den Salzschieben vorhanden sind. Es war daher für die jetzige Mineralführung der Salzlager wesentlich, ob die Schmelzlösungen aus dem Salzbrei abgepreßt werden konnten oder nicht. Hier bildeten somit tektonische Vorgänge das entscheidende Moment. Die Theorie wird auf einige genauer bekannte Salzlagerstätten angewandt.

Der Verfasser hat die über seinen Gegenstand vorliegende Literatur nur wenig berücksichtigt und willkürlich zitiert; er wird dadurch anderen Forschern auf dem Gebiete auch in bezug auf Priorität oft nicht gerecht.

H. E. Bocke, Frankfurt a. M.

Anthropologische Mitteilungen.

Gesetze über Unfruchtbarmachung in den Vereinigten Staaten. Die radikalsten Heilmittel, die von den gegen die Entartung zu Felde ziehenden Eugenikern oder Rassenhygienikern in Vorschlag gebracht wurden, sind rassenhygienische Beschränkungen der Eheschließung¹⁾ und die Unfruchtbarmachung von Entarteten. Beide Mittel zur Verbesserung der Menschheit sind bereits praktisch angewendet worden, hauptsächlich in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Nach einer jüngst vom Eugenics Record Office (Cold Spring Harbor, New York) veröffentlichten Übersicht wurden bis Ende 1913 Gesetze über Unfruchtbarmachung von Verbrechern, Geisteskranken usw. in 13 von 48 Unionsstaaten erlassen, und in 12 dieser Staaten bestehen sie noch zu Recht. Dagegen ist das betreffende Gesetz des Staates Oregon im Jahre 1913 durch Volksbeschluß verworfen worden. In 11 Staaten ging man bei Erlaß der Sterilisationsgesetze ausschließlich oder hauptsächlich von rassenhygienischen Erwägungen aus. Als Strafmittel ist die Unfruchtbarmachung in den beiden Staaten Nevada und Washington verfügt worden, doch ist ihre Wirkung hier gleichfalls, wenn auch ungewollt, rassenhygienisch. Die Strafe gilt als Nebenzweck in den Gesetzen von Californien und Iowa. Von den Sterilisationsgesetzen ist das des Staates Indiana, das 1907 erlassen wurde, das älteste; in 5 Staaten kamen solche Gesetze erst 1912/1913 zustande.

Von den Staatsgouverneuren verworfen wurden Sterilisationsgesetze in Nebraska, Oregon, Pennsylvanien und Vermont.

In Oregon erfolgte die Verwerfung 1909, worauf das Parlament 1913 ein ähnliches Gesetz annahm; es wurde das Verlangen auf Vornahme einer Volksabstimmung gestellt und genügend unterstützt, so daß diese Abstimmung vorgenommen wurde und abermalige Verwerfung des Gesetzes ergab. Außerdem haben sich die gesetzgebenden Körperschaften der Staaten Illinois, Minnesota, New Hampshire, Ohio und Virginien mit Gesetzentwürfen betreffend die Sterilisation von Verbrechern usw. befaßt, ohne daß es bisher gelungen wäre, diese Vorlagen durchzubringen. Insgesamt hat demnach die Sterilisationsfrage bereits die Parlamente von 21 Staaten beschäftigt und eine Reihe rassenhygienischer Körperschaften sind eifrig bestrebt, diese Frage mehr und mehr in den Vordergrund des öffentlichen Interesses zu rücken. Es ist kaum zweifelhaft, daß diese Bestrebungen weitere Erfolge haben werden, wenn auch gegenwärtig durch den Krieg und seine Begleiterscheinungen das öffentliche Interesse vom Entartungsproblem abgelenkt ist.

Die Wirksamkeit der Sterilisationsgesetze erstreckt sich teils auf alle, teils auf gewisse Kategorien von Personen, die in Staatsgefängnissen und anderen Staatsanstalten für „antisoziale Elemente“ untergebracht sind. In Iowa, New Jersey und Wisconsin sind auch die entsprechenden Anstalten der Bezirks- (oder Grafschafts-) Verwaltungen einbezogen. Der Geltungsbereich des Gesetzes von Michigan erstreckt sich auf die Insassen aller Anstalten, wo Minderwertige („defectives“) auf öffentliche Kosten erhalten werden. Die Sterilisation der Minderwertigen, auf die sich die Gesetze beziehen, ist aber nach vorangegangener Feststellung nur in 5 Staaten obligatorisch, und zwar in Connecticut, Iowa, New York, Michigan und Kansas.

Unfruchtbar gemacht werden können: 1. In *Indiana* alle von 3 Ärzten als körperlich und geistig unbesserlich und zur Fortpflanzung ungeeignet befundenen Anstaltsinsassen. 2. In *Washington* Gewohnheitsverbrecher sowie wegen geschlechtlichen Mißbrauchs weniger als 10jähriger Mädchen oder wegen Notzucht verurteilte Personen. 3. In *Californien* alle Insassen von Staatsgefängnissen, Staatshospitälern, Anstalten für Schwachsinnige und für Rückfällige („recidivists“). 4. In *Connecticut* alle Insassen der Staatsgefängnisse und der Staatshospitäler zu Middletown und Norwich. 5. In *Nevada* dieselben Personen wie in Washington. 6. In *Iowa* Verbrecher, Notzüchter, Idioten, Schwachsinnige, Geisteskranke, Trunksüchtige, auf Drogen versessene Personen, Epileptiker, Syphilitiker, moralisch und sexuell perverse Personen sowie kranke und degenerierte Personen; obligatorisch ist die Unfruchtbarmachung im Fall von zweimal verurteilten Schwerverbrechern, einschließlich der Sexualverbrecher, doch sind Mädchenhändler schon nach der ersten Verurteilung zu entmannen. 7. In *New Jersey* die Insassen von staatlichen Besserungs-, Wohltätigkeits- und Strafanstalten. 8. In *New York* die Insassen von Staatsirrenanstalten, Staatsgefängnissen, Besserungs- und Wohltätigkeitsanstalten und Notzüchter. 9. In *Norddakota* die Insassen von Staatsgefängnissen, Besserungsanstalten, Anstalten für Schwachsinnige und Geisteskranke. 10. In *Michigan* die Insassen aller Anstalten, die ganz oder teilweise aus öffentlichen Mitteln unterhalten werden. 11. In *Kansas* die Insassen aller Anstalten für Gewohnheitsverbrecher, Idioten, Epileptiker, Schwachsinnige und Geisteskranke. 12. In *Wisconsin* die Insassen von Staats- und Bezirksanstalten.

¹⁾ Vgl. Forrer, Rassenhygiene und Ehegesetzgebung. Aarau 1914. Sauerländer.

ten für verbrecherische Geistesranke, Schwachsinnige und Epileptiker.

Die Tatsache der Unterbringung in einer der genannten Anstalten berechtigt noch nicht zur Vornahme der Unfruchtbarmachung; es ist dazu erforderlich teils die Zustimmung der Staatsausschüsse für Eugenik, der leitenden Ausschüsse der Anstalten, medizinischer Sachverständigenkollegien usw. In Californien und Norddakota kann jedoch die Sterilisation auf Anordnung einzelner Anstaltsbeamter durchgeführt werden. In diesen Fällen werden selbstverständlich Willkürakte am meisten zu befürchten sein.

In vier Staaten (Connecticut, Iowa, Michigan und Kansas) ist in den Sterilisationsgesetzen die Art der Operation, die auszuführen ist, vorgeschrieben, und zwar beim Manne Zerschneidung der Samenleiter (Vasectomie), bei der Frau Zerschneidung der Eileiter oder Ausschneiden der Eierstöcke (Salpingectomie oder Oophorectomie); die letzterwähnte Operation ist in Connecticut und Kansas vorgeschrieben. In den anderen acht Staaten bestimmen die Gesetze, daß *irgendeine* Operation zur Unfruchtbarmachung auszuführen sei, oder daß die Behörde, welcher die Ausführung des Gesetzes obliegt, auch über die Art der Operation zu entscheiden hat. In einigen Staaten ist vorgesehen, daß die Operation in sicherer und humaner Weise auszuführen sei.

In den meisten Staaten stehen die Sterilisationsgesetze erst ganz kurze Zeit in Kraft und es kann deshalb über deren praktische Wirksamkeit noch nichts gesagt werden. In einigen Staaten widersetzen sich übrigens Gouverneure und andere Verwaltungsbehörden der Anwendung der Gesetze, die ihnen unsympathisch sind. Über tatsächlich durchgeführte Unfruchtbarmachungen liegen nur folgende Angaben vor:

Im Staat *Indiana*, wo die Sterilisation am längsten zu Recht besteht, wurden bis Ende 1913 rund 300 Männer durch Vasectomie fortpflanzungsunfähig gemacht, und zwar sämtlich in der Korrekptionsanstalt in Jeffersonville; nach dem erwähnten Bericht des Eugenics Record Office handelte es sich zumeist um Leute mit „sexuell verkehrten Instinkten und Praktiken“. Die übrigen Anstalten im Staat Indiana, für die das Gesetz gilt, haben es bisher nicht angewendet.

Im Staat *Californien* wurden bis Mitte 1912 150 Männer und 118 Frauen sterilisiert. Von den Männern war etwa die Hälfte durch Trunksucht oder Geisteskrankheit erblich belastet. Nachteilige Folgen, speziell Störungen der ehelichen Beziehungen, hat die durchführende Behörde angeblich in keinem Fall feststellen können. In *Iowa* wurden „einige wenige“ Operationen vorgenommen; in *Washington* wurde bis Ende 1913 die Sterilisation in zwei Fällen angeordnet. *Kastration* ist nur für weibliche Personen in den Staaten Connecticut und Kansas als Mittel zur Unfruchtbarmachung vorgeschrieben. Diese Operation hat neben der Unfruchtbarmachung noch zur Folge, daß die innere Sekretion der Keimdrüsen entfällt, was auch bei Spätkastraten zu körperlichen Änderungen führt, welche schon äußerlich die Ungeschlechtlichkeit der betroffenen Person erkennen lassen; es kommt nämlich zur *Rückbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale*. Der Grad der Rückbildung ist *um so geringer*, je näher sich das Individuum dem *normalen* Ende seiner Fortpflanzungsfähigkeit befand. Je jünger die operierte Person ist, desto deutlicher bildet sich bei ihr der Kastratentypus aus. Wenn die Unfruchtbarmachung durch Vasectomie oder Salpingectomie er-

folgt, so bleibt die innersekretorische Tätigkeit der Keimdrüse erhalten, die betreffenden Personen erhalten kein geschlechtsloses Aussehen, und es kommt bei ihnen auch nicht zum allmählichen Erlöschen des Sexualtriebes, wie das bei Kastraten der Fall ist. Ohne Einfluß auf den Charakter des Individuums bleibt jedoch gewiß auch die Kontinuitätstrennung der Samengänge und Eileiter nicht; es steht fest, daß dadurch beim Manne die weitere Erzeugung von Sperma aufgehoben, der generative Anteil der Keimdrüse vollständig vernichtet wird. Das ist zuerst von *Bonin* und *Ancel* festgestellt und später von *Tandler* und *Groß* bestätigt worden. In welcher Weise durch den Fortfall der generativen Funktion der Keimdrüse die Sexualpsyche beeinflusst wird, steht noch nicht fest. Beim Weibe wird durch die Trennung der Tube die Funktion des Ovariums nicht unterbrochen; demnach ist wohl auch die psychische Wirkung der Trennung des Eileiters beim Weibe nicht so tiefgreifend wie die Vasectomie beim Manne.

Eine Wirkung auf die „Rassengesundheit“ hatten die bisher in Amerika vorgenommenen Sterilisationen ebensowenig wie eine Wirkung auf die sozialen Zustände. Tiefgreifend müßten die Folgen sein, wenn das in den Schriften der Eugenics Record Office dargelegte Programm verwirklicht würde — es brauchte nicht einmal in vollem Umfang verwirklicht werden. Es wird von dieser Seite ein *Mustergesetz* vorgeschlagen, wonach alle in Gefängnissen und öffentlichen Anstalten für Geistesranke, Schwachsinnige, Epileptiker, Trunksüchtige und Mittellose eingelieferten Personen von einem Eugenikausschuß daraufhin untersucht werden sollen, ob ihr Stammbaum oder ihre körperliche und geistige Beschaffenheit die Erzeugung minderwertiger Nachkommen befürchten läßt. In allen Fällen, wo solche Befürchtungen begründet sind, soll zwangsweise die Unfruchtbarmachung stattfinden.

Da muß man die Frage aufwerfen, wieviele Leute es in irgendeinem Gemeinwesen gibt, deren Ahnenreihe ganz von Defekten frei ist, die also nicht Gefahr laufen; bei dem oft recht leichten Verstoß gegen bestehende Gesetze, die der Ausdruck einer gewissen Sozialordnung sind, entmannt zu werden? Die amerikanischen Eugeniker sind sich auch bewußt, daß ihre Vorschläge viele Millionen von Bürgern ihres Landes betreffen müßten. Fortpflanzungsunfähig gemacht sollen alle aus Anstalten entlassenen Minderwertigen werden, zugleich aber soll gestrebt werden, die Internierung der Minderwertigen möglichst vollständig zu machen. Der Sekretär des Eugenics Record Office berechnet, daß bei Annahme der unterbreiteten Vorschläge die Zahl der Internierten von 924 000 1920 auf 4 158 000 1980 ansteigen würde; wenn nur die 10 % schlimmster Fälle zu geschlechtlicher Vernichtung kommen, so sind das 1920 92 400, 1980 aber schon 415 500. Nach 60 Jahren wären viele Millionen der Bevölkerung Amerikas fortpflanzungsunfähig.

H. F.

Selten findet sich eine Gelegenheit, den deformierten **Fuß der Chinesin** an der Lebenden zu studieren, einmal weil es gegen den chinesischen Anstandsbegriff verstößt, den Fuß zu entblößen, und dann, weil in der Hauptsache nur vornehmere Familien diese Verkrüppelung üben, die noch weniger wissenschaftlichen Untersuchungen zugänglich sind. Die Revolution in China hat nun eine große Anzahl von Chinesen nach Europa getrieben, so daß es in Paris *G. Variot* und *Mme. Chatelin* (*Observations sur le pied des jeunes Chinoises*, Bull. soc. Anthropol. Paris 1914, VI. série,

T. 5, fasc. 3, S. 239—248) möglich war, die Füße einer Reihe von 6—13jährigen Chinesinnen und deren Mütter zu untersuchen. — In reichen Familien beginnt man mit der Behandlung der Füße im vierten Lebensjahr der Mädchen, im Mittel zwischen dem fünften und sechsten; fängt man später an, so wird die vollkommene Deformation nicht mehr erreicht. Beim kleinen Kinde wird zunächst mit einer Massage des Fußes begonnen, dann werden die Zehen gegen die Planta umgebogen und mittels Bandagen, die man in Achtertouren um den Fuß wickelt, in dieser Lage erhalten. Es sind zu diesem Zwecke Binden aus Baumwolle oder Seide in einer Breite von 5—6 cm im Gebrauch. Täglich werden die Binden entfernt, der Fuß gewaschen, massiert und mit Alkohol eingerieben; dann werden die Binden wieder umgelegt und täglich fester gewickelt. Auf diese Weise kommt die typische Deformation zustande, immerhin aber noch nicht die elegante Form, die man dadurch erreicht, daß ein halbiertes Metallzylinder unter die Fußsohle gesetzt, der Fuß darüber gebogen wird und durch Bandagen Ferse und Fußzehen möglichst fest daran gepreßt werden. — Die von den beiden Autoren gemessenen Mädchenfüßchen hatten eine Sohlenlänge von 16—17 cm, während die Füße der Mütter, darunter die einer 50jährigen, nur 14—16 cm groß waren. Der Fuß wird also durch die Deformation im Wachstum künstlich zurückgehalten; nach Ansicht der Verfasser atrophiert er auch noch mit zunehmendem Alter. — Naturgemäß ist das Gehen für die Chinesin mit deformierten Füßen eine schwierige Sache. Sie geht langsam mit kleinen Schritten und biegt kaum das Bein. Ihr Gang gleicht dem eines Amputierten. Daß durch die Deformation ein Muskelschwund der unteren Gliedmaßen eintritt, ist selbstverständlich. — Die der Arbeit beigefügten Röntgenbilder zeigen die anatomischen Veränderungen des Fußes, ganz besonders das Anpressen des Tarsus an den Metatarsus. Die wichtigsten Veränderungen gehen aber in der Gegend der Gelenke vor sich durch die Verschiebung der Fußknochen gegeneinander; auch die Bänder verändern demgemäß ihre Richtung und verkürzen sich, ebenso die Plantarmuskeln. Abgesehen von den Knorpelveränderungen finden sich keine inneren Verletzungen. Hervorgehoben zu werden verdient noch, daß die beiden französischen Verfasser auch die deutschen Arbeiten von Hasebe (1912) und H. Virchow (1903 und 1905), die den Bau des deformierten Chinesinnenfußes bereits klarlegten, berücksichtigt haben.

St. O.

Untersuchung des Gesichtsskeletes. Obgleich das menschliche Gesichtsskelet sowohl als Ganzes wie in seinen Teilen schon mannigfache Bearbeitung gefunden hat, gibt es immer noch Merkmale, die ein genaueres Studium wünschenswert machen. Es ist vor allem H. Virchow gewesen, der sich in den letzten Jahren mehrfach mit den Verhältnissen des Gesichtsskeletes und insbesondere auch mit dem Zusammenhang derselben mit den Weichteilen des Gesichts beschäftigt hat. So hat er u. a. im Jahre 1912 die anthropologische Untersuchung der Nase (Ztschr. Ethnol. Bd. 44, S. 289) vorgenommen, und heute liegt uns seine neue Studie, die hauptsächlich den Augenhöhleingang berücksichtigt, vor (Zur anthropologischen Untersuchung des Gesichtsskeletes, Ztschr. Ethnol. 1915, Bd. 47, H. IV u. V, S. 323). Um den technischen Schwierigkeiten zu begegnen, hat Virchow einen Appa-

rat konstruiert, von ihm Prosopometer genannt, der aus 2 Teilen besteht, wovon der eine, wie Mollisons Cranio-phor, den Schädel in der Ohraugen-Ebene festhält, der andere zur Punktbestimmung am Schädel selbst dient, also etwa ein Stangengoniometer. Ein Unterschied besteht darin, daß Virchows Apparat zur Punktbestimmung sich in konstanten Ebenen verschieben läßt; man kann damit die Höhen-, Breiten- und Tiefenlage eines jeden Punktes am Gesichtsschädel bestimmen. Außer den von Martin in seinem Lehrbuch der Anthropologie (Fischer, Jena 1914) aufgezählten Meßpunkten hat Virchow noch einen Meßpunkt auf der Medianlinie des Nasenrückens in halber Höhe des Orbitaleinganges verwandt, mittels dessen er durch Verbindung mit den Mittelpunkten der medialen Orbitaleingangsränder ein Dreieck konstruiert, das je nach der Rasse sehr verschieden ist und sich dadurch zur Charakterisierung der knöchernen Nasé eignet.

Um die Orbitalränder näher kennzeichnen zu können, ist Virchow auf den Gedanken gekommen, die vier Randmittelpunkte durch Linien zu verbinden, wodurch vier Segmente entstehen. Allerdings sagt uns dieses Verfahren weniger über die Form als über die Größe und die Verlaufsrichtung der orbitalen Eingangsränder aus. Den Neigungswinkel des Orbitaleinganges hat Virchow ebenfalls untersucht. Virchows Material setzt sich aus 81 menschlichen Schädeln, einem weiblichen Schimpansen, einem Schimpansenkind und einem Orangutankind zusammen. Der Verfasser betont ausdrücklich, daß es ihm bei seiner Untersuchung nicht auf die Feststellung von Rassenunterschieden, sondern vielmehr auf die Prüfung der Ergiebigkeit seiner Methode ankam. Daß sich trotzdem dabei einige Rassenunterschiede ergaben, ist um so erfreulicher. So zeigte sich z. B., daß die Mittelgesichtshöhe bei den Negern stärker schwankt als bei den Europäern, während die Nasenhöhe in beiden Gruppen sich umgekehrt verhält. Deutlich geht ferner daraus eine verhältnismäßige Gleichartigkeit im Gesichtsskelet der Chinesen hervor, trotzdem ihre Gehirnkapseln gar nicht so sehr übereinstimmen; allerdings handelt es sich hier nur um 4 Individuen. Bei seinem Studium des menschlichen kindlichen Gesichtsskeletes kommt Verfasser zu ähnlichen Resultaten, wie für den jugendlichen Schimpansen und Orangutan. Die Nase des Negerkindes z. B. scheint ihm das Rassenmäßige noch mehr zum Ausdruck zu bringen, wie die des erwachsenen Negers. Dergleichen ist Virchow der Meinung, daß der Nasenrücken des Europäerkindes, entgegen anderen Ansichten, scharf hervortritt; die scheinbare Flachheit der Weichteilnase im wohlgenährten Kindergesicht ist nur durch das Überwiegen der Weichteile bedingt.

Auch in der Augengegend verändern die Weichteile je nach der Auflagerung des Fettpolsters die äußeren Formverhältnisse, so daß eine exakte Untersuchung, noch dazu bei der Beweglichkeit der Brauen, Lider und des Augapfels, sehr erschwert wird. Virchow ging daher, um die Beziehungen zwischen diesen und der Augenhöhle festlegen zu können, von dem Lidbändchen, dem Ligamentum palpebrale, dem einzig fixen Punkt aller Weichteile der Orbita aus; es ist aber nicht gelungen, eine konstante Lage dieses Punktes am medialen Augenrand nachzuweisen. Weiter hat Virchow versucht, die Lage des Hornhautscheitels im Verhältnis zur Orbitaleingangsebene festzustellen. In den vier untersuchten Fällen stand er regelmäßig seitlich von der senkrechten Orbitaleingangsmitte, wonach also der Augapfel der lateralen Orbitalwand mehr genähert ist,

als der medialen. Dagegen scheint ein rassialer Unterschied zwischen Europäer und Neger darin zu bestehen, daß der Hornhautscheitel des ersteren um ein bedeutendes weiter zurückliegt als beim letzteren, bei dem ja der Bulbus sich schon durch die Flachheit der Nasen-

region stärker bemerkbar macht. Auf weitere Einzelheiten kann hier nicht näher eingegangen werden, da die Arbeit vorwiegend methodologischer Art ist und sich deshalb in erster Linie an Fachleute wendet.

St. O.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

24. Februar.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Warburg las: *Über den Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen in Gasen. VI. Photolyse des Bromwasserstoffs.* Die Photolyse des Bromwasserstoffs durch die Wellenlängen $\lambda = 0,209 \mu$ und $0,253 \mu$ folgt dem Einsteinschen Äquivalentgesetz, insbesondere wächst die photochemische Wirkung für die Einheit absorbierter Strahlungsenergie mit wachsender Wellenlänge, und zwar annähernd in dem von der Theorie geforderten Verhältnis. Das Gesetz kann nur zutreffen, wenn die zur Zersetzung des Moleküls erforderliche Arbeit kleiner ist als das Quantum der zersetzenden Strahlung. Diese Bedingung ist erfüllt für die Photolyse des Bromwasserstoffs durch $\lambda = 0,209$ und $0,253$, nicht aber für die Photolyse von Ammoniak durch $\lambda = 0,209$ und von Sauerstoff durch $\lambda = 0,253$. Dadurch erklären sich die in den letztgenannten Fällen beobachteten Abweichungen von dem Gesetz.

2. Herr Schwarzschild überreicht durch die Vermittlung des Herrn Einstein eine Abhandlung: *Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus inkompressibler Flüssigkeit nach der Einsteinschen Theorie.* (Ersch. später.) Das Gravitationsfeld der Kugel sowie die durch die Gravitationskräfte erzeugten Druckkräfte im Innern der Kugel werden exakt berechnet; die erhaltene exakte Lösung, welche diejenige des früher behandelten Problems des gravitierenden Massenpunktes als Grenzfall enthält, wird diskutiert.

2. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Hellmann las: *Über typische Störungen im jährlichen Verlauf der Witterung in Deutschland.* An 60 jährigen gleichzeitigen Pentadenmitteln der Temperatur von 31 deutschen Orten und 150 jährigen von Berlin werden die Kälteeinbrüche im Februar (Nachwinter), März, Mai und Juni sowie die Wärmerückfälle Ende September und November untersucht.

2. Derselbe sprach sodann: *Über die ägyptischen Witterungsangaben im Kalender von Claudius Ptolemaeus.* Ausgehend von der genügend verbürgten Annahme, daß sich das Klima des Mittelmeergebietes in historischer Zeit nicht geändert hat, werden die zahlreichen Witterungsangaben für Alexandria im Kalender des Claudius Ptolemaeus mit den modernen Beobachtungen verglichen und gezeigt, daß jene alten Angaben die wirklichen Verhältnisse nicht wiedergaben.

3. Vorgelegt wurde Bd. 6 der unter Mitwirkung einer von der Akademie eingesetzten Kommission herausgegebenen Mathematischen Werke von Karl Weierstraß (Berlin 1915); er enthält die Vorlesungen über Anwendungen der elliptischen Funktionen, bearbeitet von R. Rothe.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

28. Februar.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Herr Professor von Öttingen hielt einen Vortrag über die Grundlage der Musikwissenschaft. Anknüpfend

an zwei im Mai und November v. J. gehaltene Vorträge in den Gesamtsitzungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften über die Grundbestimmungen in Musik und Akustik wurde darauf hingewiesen, daß die Benennung und Bezeichnung aller in der Physik vorkommenden Begriffe und Größen einer sorgfältigen Prüfung im Lauf der letzten Jahrzehnte unterzogen worden seien, wobei Akustik und Musik aber keine Beachtung fanden. In diesem Gebiet haben sich viele Bestimmungen überaus glücklich entwickelt, so daß man sie als „reif“ bezeichnen kann, während andere als fast reif und einige als ganz verfehlt zu verwerfen seien. In letzterem Falle soll man ernstlich an die notwendige Verbesserung gehen und die Mühe nicht scheuen, auch gegen die Gewohnheit anzukämpfen. Die Theorie der reinen Stimmung verlangt manche neue Bestimmung und namentlich Benennungen und Bezeichnungen. An der Bezeichnung der Töne ist nichts zu ändern, wohl aber fehlte noch eine einfache Art, die Namen auszusprechen. Das wird jetzt vorgeschlagen, so zwar, daß unmittelbar daran sich auch eine Benennung der Zweiklänge ergibt. Es ist „eine natürliche Anordnung“, die an Einfachheit, Deutlichkeit und Zweckmäßigkeit nichts zu wünschen übrig läßt. Dabei wird ein Anschluß an die gewohnten Bezeichnungen erzielt. Eine umfassende Umgestaltung erfährt die Lehre vom Akkordfortschritt. Es wird erwiesen, daß es sechs unmittelbar verständliche Akkordschritte gibt, von denen aus weitere sechs Schritte möglich sind zu neuen Gebilden. Allgemein aber können mit n Schritten $3 \cdot n \cdot (n + 1)$ neue Akkorde erreicht werden. Für $n = 3$ ergeben sich somit 36 neue Akkorde, die alle voneinander verschieden sind. Die hier gewonnenen Gesetze bilden zugleich die Grundlage für die Gesetze der Modulation. — Die Lehre von der Verwandtschaft der Tongeschlechter erfährt auch eine Erweiterung und eine Umgestaltung, wodurch sie in bessere Übereinstimmung mit dem Reininstrument gebracht wurde. Dabei ergab sich zu den sechs früher aufgestellten Verwandtschaftsarten noch eine siebente, bisher völlig übersehene Art. — Die Dissonanzlehre wurde der neuen Zweiklangbenennung entsprechend geordnet, ohne wesentliche Änderung des früheren Bestandes der Lehre. — Zum Schluß wurde die Notwendigkeit betont, die Theorie der Musik auf der reinen Stimmung aufzubauen. Die temperierte gleichschwebende Stimmung ist von sehr hohem praktischen Wert für Tastinstrumente, wie Klavier, Orgel und Harmonium, aber Gesang und Orchester haben gar nichts mit Temperierung zu tun, solange sie nicht von Tastinstrumenten begleitet werden, in welchem Falle sie sich der notwendigen Abweichung von der Reinheit anschließen. Wollte man die temperierte Stimmung der Theorie zugrunde legen, so wäre das dem zu vergleichen, daß man die Rechenkunst auf Schätzung begründete. — Sobald endlich das Harmonium auf den Klangreichtum, den die vielen Register gewähren, verzichtet, so ist es das einzige Instrument, das in reiner Stimmung die Töne festlegen und so zu Gehör bringen kann, daher es das einzige der Lehre unentbehrliche Werkzeug ist, das im Unterricht unersetzlich ist. — Alle hier berührten Fragen werden in einer Abhandlung in den Schriften der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften erscheinen unter dem Titel „Die Grundlage der Musikwissenschaft und das duale Reininstrument“.

Der Herr Sekretär legt zwei Arbeiten für die-

Berichte vor: 1. *Über die Periode der Integrale multiplikativer Funktionen.* Voranzeige von Robert König und 2. *Über räumliche Variationsprobleme* von Wilhelm Blaschke.

Herr Geheimer Rat Pfeffer berichtet über die im Leipziger Botanischen Institut von Herrn Dr. Stark ausgeführten Untersuchungen, aus denen sich ergibt, daß die bei den Ranken in so hervorragender Weise ausgebildete Kontaktreizbarkeit (Tastreizbarkeit) in schwächerem Grad auch bei vielen anderen Stengel- und Blattorganen nachweisbar ist. Denn bei diesen wird vielfach durch einseitige Reibung mit einem Stäbchen eine gewisse Krümmung hervorgerufen, die freilich zu gering ausfällt, um das Umschlingen des Stäbchens herbeizuführen, wie es bei den Ranken der Fall ist. In allen diesen Fällen wird die ausgiebigste Reaktion durch die Reibung mit einem festen Körper erzielt, jedoch wird gerade bei den weniger sensiblen Objekten zumeist eine schwache Reizbewegung auch durch

das Reiben mit einer 14prozentigen Gelatinegallerte sowie durch einen Wasserstrahl hervorgerufen, die beide, sogar bei den sensibelsten Ranken, keine Reaktion auslösen. Jedoch handelt es sich, wie der Redner ausführte, nur um eine graduell verschiedene Ausbildung des Perzeptionsvermögens, das bei den Ranken derartig ist, daß nur solche äußere Anstöße auslösend wirken, die bei uns Tastempfindung oder Kitzelempfindung veranlassen.

Herr Geheimrat Rohn legt eine Arbeit von E. Study: *Das Prinzip der Erhaltung der Anzahl.* Weiteres zur Aufklärung vor, Herr Geheimrat Wiener einen Aufsatz von H. Dember und U. Uibe: *Drei optisch-meteorologische Beobachtungen* als Anhang zum zweiten Bericht über die auf Teneriffa ausgeführten Arbeiten. Herr Geheimrat Rinne meldet zu seiner Arbeit über Beugungserscheinungen von Röntgenstrahlen einen Zusatz über Prüfung der Laueapparatur als Goniometer an.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Heft 1, 1916.

Zur Begründung der Kristalloptik; von P. P. Ewald. Teils gekürzte, teils erweiterte Umarbeitung einer Münchener Dissertation, welche zur Aufgabe hatte, die Doppelbrechung und Dispersion der Kristalle aus der Gittervorstellung abzuleiten. Das Ergebnis ist, daß die Anisotropie der Anordnung genügt, um die beobachtete Größenordnung der Doppelbrechung zu erzielen, ohne Annahme anisotroper Bindung der mit-schwingenden Elektronen. Übertragung dieser Anschauungsweise auf das Entstehen des reflektierten und gebrochenen Strahles.

Untersuchungen über die innere Reibung von Flüssigkeiten. III. Mitteilung. Innere Reibung und Gleitung tropfbarer Flüssigkeiten; von Gyöző Zemplen und Béla Pogány. Mit demselben Apparat, mit welchem einer von den Autoren früher die innere Reibung von Luft nach der sog. Ablenkungsmethode untersuchte, wurde nun der Koeffizient der inneren Reibung des Wassers gemessen und zu $\eta_{18^\circ} = 0,010\,562$ gefunden. Der Ausdruck für das Drehmoment, das von der zwischen 2 konzentrischen Kugeln befindlichen Flüssigkeit auf die innere Kugel bei gleichförmiger Rotation der äußeren ausgeübt wird, wurde von Zemplen schon früher als Funktion der beliebig großen Winkelgeschwindigkeit der äußeren Kugel gegeben und die Koeffizienten der Reihe, die lediglich Apparatkonstanten sind, durch Versuche an Luft bestimmt. Der Ausdruck soll mit unveränderten numerischen Koeffizienten auch für tropfbare Flüssigkeiten gelten. Das wird mit Versuchen an Wasser bewiesen. Endlich werden für den oben betrachteten Fall der Flüssigkeitsbewegung die Grundgleichungen der Hydrodynamik mit Voraussetzung der Gleitung integriert und der Gleitungskoeffizient durch Versuche mit Kugeln von verschiedenen Radien gemessen. Es ergibt sich der Koeffizient der Gleitung an der Grenze Cu und Wasser zu $\lambda < 0,008$ cm.

Zur Kritik der Elektronentheorie der Metalle; von C. W. Oseen. Die Lorentzsche Berechnung der ultraroten Strahlung einer dünnen Metallplatte ist nur dann — in ihren wesentlichen Zügen — mathematisch einwandfrei, wenn man die Mittelwertberechnung auf kosmisch lange Zeiten ausdehnt. Welche physikalische Bedeutung hat unter diesen Umständen diese Theorie?

Wärmeausdehnung und Kompressibilität von Flüssigkeiten bei tiefen Temperaturen; von W. Seitz und G. Lechner. Es wurden für die Flüssigkeiten Äthyläther, Methylalkohol, Isopentan und Schwefelkohlenstoff das spezifische Volumen zwischen 0° und -110° und Drucken von 0 bis 1000 at bestimmt und daraus der Wärmeausdehnungskoeffizient und die Kom-

pressibilität berechnet. Eine theoretische Bearbeitung dieses Zahlenmaterials soll in einer späteren Publikation folgen.

Über elektrische Schwingungen in Luft und längs Drähten; von M. Ehrhardt. Das Problem der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Schwingungen wurde unter sorgfältiger Vermeidung der verschiedenen Fehlerquellen, auf die besonders Hammer, Lindman, Herrmann und Sjöström hingewiesen haben, noch einmal in Angriff genommen. Es ergab sich, daß in einem störungsfreien Gebiet die Ausbildung der stehenden Wellen der Maxwell-Hertzschen Theorie entspricht. Die Intensität ist in unmittelbarer Nähe des Schirmes gleich Null. Das erste Maximum liegt genau um $\lambda/4$ vor dem Schirm und ist — auch bei Stoßerregung mit dem Mieschen Oszillator — das größte. Die Wellenlänge ist in Luft und längs Drähten die gleiche.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Januar 1916.

Quarzspektrograph mit Wellenlängenskala; von Hugo Krüß. Es wird ein Quarzspektrograph mit Wellenlängenskala beschrieben, bei welchem alle Teile starr miteinander verbunden sind und das Bild der Skala durch ein Objektiv auf der photographischen Platte gleichzeitig mit dem Spektrum entworfen wird. In eingehender Diskussion wird die günstigste Minimalstellung des Prismas und die Neigung der Platte zur optischen Achse ermittelt unter ausführlicher Benutzung der Literatur über die Dispersion des Quarzes und die Anordnung ähnlicher Apparate. Eine Anleitung zur Berechnung der Wellenlängenskala wird gegeben.

Kristallzüchtapparate; von R. Nacken. Verfasser berichtet über die Konstruktionen verschiedener Kristallzüchtapparate, mit denen die Darstellung einzelner, großer Kristallpolyeder gelingt. Es werden Apparate angegeben, die für Lösungen und solche, die für reine Schmelzen zweckmäßig sind. Ihre Anwendungsweise wird näher beschrieben.

Physikalische Zeitschrift; Heft 3, 1916.

Zur Erklärung der beim Geschützdonner bei großen Explosionen usw. beobachteten Fortpflanzungseigentümlichkeiten des Schalles; von Fr. Nölke. Gegen die v. d. Bornsche Erklärung der bei heftigen Schallerregungen mehrfach festgestellten sog. Zone des Schweigens und der sie umgebenden äußeren Hörbarkeitszone (Zurückbiegung der Schallstrahlen in den Grenzschichten einer die atmosphärische Lufthülle überlagernden Wasserstoffatmosphäre) lassen sich mehrere Bedenken erheben. Nimmt man auf die beträchtliche Beugung der Schallwellen Rücksicht, so ergibt sich jedoch eine einfache Erklärung aus der Annahme, daß

die in Frage kommenden Schallwellen an einer in verhältnismäßig geringer Höhe der Atmosphäre liegenden Inversionsschicht zur Reflexion gelangen. Derartige Inversionsschichten sind vielfach nachgewiesen worden und in der kühlen Jahreszeit, wo die Fortpflanzungsanomalien des Schalles am ausgeprägtesten in die Erscheinung treten, häufiger als im Sommer.

Die elektromagnetischen Wellenkonstanten eines isotropen Körpers, erschlossen aus Polarisationsmessungen auf Grund der historischen Reflexionsformeln; von Karl Uller. Bisher sind die genannten Charakteristiken nur auf dem Umwege über den Brechungs- und den Absorptionsindex berechnet worden. Die rechnerischen Unterschiede gegen die direkten Formeln sind meist nicht unbeträchtlich, bei Wismut sogar sehr groß. Eine kleine Tabelle gibt hierfür die Belege.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Februar 1916.

Zur Deutung des Schwellenwertes der kinetischen Energie für Erregung der Lichtemission durch Stoß; von J. Stark. Es wird an den bis jetzt bekannt gewordenen Fällen des Auftretens eines Schwellenwertes der Energie für Erregung der Lichtemission gezeigt, daß dieser Schwellenwert dadurch bedingt ist, daß durch Stoßionisierung erst der Träger oder Erreger der Lichtemission geschaffen werden muß.

Zur Frequenzmessung harmonischer Wechselströme; von A. Heydweiller und H. Hagemeister.

Adsorption von Gasen (Dämpfen) durch ein festes nichtflüchtiges Absorbens; von M. Polányi.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 29. Februar 1916.

Über einen Versuch, von quantentheoretischen Betrachtungen zur Annahme stetiger Energieänderungen zurückzukehren; von W. Nernst. Der Verfasser stellt die Hypothese auf, daß der leere Raum (Lichtäther) mit einer Nullpunktstrahlung erfüllt sei, über welche sich die gewöhnliche Wärmestrahlung superponiert. Es gelingt mit Hilfe gewisser Annahmen über diese Strahlung, die Plancksche Strahlungsformel und verschiedene andere Resultate abzuleiten, ohne quantentheoretische Überlegungen zu Hilfe zu nehmen. — In einem Anhang werden gewisse Konsequenzen für die allgemeine Mechanik entwickelt.

Licht und Elektrizität im Selen; von H. Greinacher.

Ein Atommodell; von L. Zehnder. Der Atomkern ist ein mit Volumen und Elastizität begabter fester Körper aus einem oder mehreren „Bausteinen“; diese werden durch den Druck des (atomistischen, quasi-festen) Weltäthers aneinander gepreßt. Der Atomkern ist von einer Ätherhülle umgeben, namentlich weil die ungeheuren Ätheratomgeschwindigkeiten bei den Ätheratomzusammenstößen mit den vergleichsweise relativ ruhenden Atomkernen vorübergehend selber auf Null reduziert werden müssen. Die „Wärme des Äthers“ ist die Elektrizität; ein elektrisiertes Atom (Ion) hat also eine gegen die Ätherumgebung „wärmere“ oder „kältere“ Ätherhülle. Ein inneres Zusammenklappen der Bausteine des Atomkerns hat die radioaktiven Vorgänge zur Folge. Lichtschwingungen sind die elastischen Schwingungen des festen Atomkerns, Röntgensschwingungen diejenigen der Ätheratomhülle.

Archiv für Elektrotechnik; Band IV, Heft 1/2, 1916.

Über zusätzliche Stromwärme. II. Entwurf von Nutzenwicklungen; von R. Richter. Für in Nuten eingebettete Wechselstromwicklungen wird untersucht, welche Einflüsse die Verwendung von Leitern verschiedener Höhe in den einzelnen Schichten, die Querschnittsform der Leiter und der spezifische Widerstand

des Leitermetalls auf die gesamte Stromwärme und die Temperaturzunahme der Wicklung haben. Es wird gezeigt, daß die Temperaturzunahme im allgemeinen sehr schnell nach der Nutöffnung zu ansteigt, und daß man durch Verringerung der quer zur Nut angeordneten Leiter in den oberen Leiterschichten annähernd konstante Temperaturzunahme in allen Leiterschichten erreichen kann.

Der kapazitiv belastete Transformator mit Eigenkapazität; von J. Biermann. Stark kapazitiv belastete Transformatoren können bekanntlich zu Resonanzerscheinungen zwischen der Kapazität des äußeren Stromkreises und ihrer Streuinduktivität Veranlassung geben. Die Eigenkapazität des Transformators begünstigt nun diese Erscheinung. Selbst unbelastete Transformatoren besitzen eine kritische Periodenzahl, ihre Eigenschwingungszahl, bei welcher das Übersetzungsverhältnis wesentlich größer wird, als dem Verhältnis der Windungszahlen entspricht. Bei Überschreitung dieser Periodenzahl verschiebt sich das Spannungsmaximum von den Enden der Sekundärwicklung nach ihrer Mitte zu.

Zusätzliche Kupferverluste durch Stromverdrängung bei Einankerumformern; von L. Dreyfus. Der Stabstrom im Einankerumformer ist ein Wechselstrom von komplizierter Kurvenform. Die vorliegende Untersuchung stützt sich einerseits auf die Theorie, die Field, Emde, Rogowski für die Wirbelstromverluste einer mit Wechselstrom gespeisten Statorwicklung entwickelten, andererseits auf die Arbeiten von Dreyfus über die Kommutierungsverluste der Gleichstrommaschine. Sie kombiniert beide Theorien und zeigt, wie die durch Pulsationen des Ankerstreu Feldes bedingten Armaturverluste bei Konvertern zu berechnen sind. Die Größenordnung dieser zusätzlichen Verluste ergibt sich zu 30–100 % der nach den gebräuchlichen Formeln berechneten Kupferverluste.

Zur Definition der induzierten elektromotorischen Kraft; von W. Rogowski. Man faßt gewöhnlich die induzierte elektromotorische Kraft auf als ein in den Leiter hineingetragenes Element. Diese Auffassung ist indessen nur so lange richtig, als es einem nur um die Berechnung des Stromes im Drahte und nicht um die Berechnung des elektrischen Feldes außerhalb des Drahtes ankommt. Der Verfasser beschäftigt sich nun mit verschiedenen anderen Auffassungen der induzierten elektromotorischen Kraft, die auch dem elektrischen Felde außerhalb des Leiters Rechnung tragen. Die sich hierbei ergebenden Vorteile und Schwierigkeiten werden untersucht.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIV, Heft 1, 1916.

(Ausgegeben am 24. Februar 1916.)

Über die Abhängigkeit der Mutationskoeffizienten von äußeren Einflüssen; von Hugo de Vries. Die Mutationen kommen durch die Kopulation von mutierten Sexualzellen unter sich oder mit normalen Gameten zustande. Im letzteren Falle muß der Erfolg in derselben Weise von äußeren Einflüssen abhängen, wie bei den Kreuzungen der entsprechenden mutierten Rassen. Die mitgeteilten Versuche an selbstbefruchteten Pflanzen von *Oenothera lamarckiana* sowie nach Kreuzungen dieser Art mit *O. lata* und *O. nanella* haben dieses bestätigt. Es treten je nach der individuellen Kraft und je nach der Jahreszeit deutliche, wenn auch geringe Unterschiede in dem prozentischen Gehalte an mutierten Individuen unter den Samen hervor.

Über das Treiben der Buche; von Fried. Weber. (Mit 1 Abbild.) Mit Hilfe eines neuen Treibverfahrens, „Acetylenmethode“, lassen sich die Winterknospen von *Fagus silvatica*-Bäumchen zur Zeit ihrer tiefsten Ruhe im Winter im natürlichen Lichte zur Entfaltung bringen. Die Ruhe der Buche im Winter stellt daher keines-

wegs einen durch das „ungenügende“ Tageslicht bedingten Zwangszustand dar.

Eigenwärmemessungen an den Blüten der „Königin der Nacht“; von *Erich Leick*.

Die Spaltöffnungen von Camellia japonica, Bau und Funktion; von *Magda Heilbronn*. (Mit 4 Abbild.) Die Wandverdickungen der Schließ- und Nebenzellen im Blatt von *Camellia japonica* sind verholzt. Die Untersuchung über die Funktion dieser versteiften Zellen ergab, daß sie zur Ausführung der typischen Bewegungen nicht mehr befähigt sind, obgleich aus dem Vorhandensein lebender Zellinhalte wohl auf Turgorschwankungen in den genannten Zellen geschlossen werden darf. Nur ganz junge, noch unverholzte Spaltöffnungsapparate von *Cam. jap.* sind funktionsfähig. Nach Eintritt der Verholzung ist sowohl die Beweglichkeit wie auch das Wachstum der Zellen sistiert. — Verholzung an Spaltöffnungsapparaten wurde auch bei einigen Teearten festgestellt.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere; Band 39, Heft 1, 1916.

The basal sclerites of the leg in insects; von *G. C. Crampton* und *W. H. Hasey*.

Über Eientwicklung bei den Cocciden; von *Walther Emeis*. Die Arbeit gibt eine Schilderung der Entwicklung aus dem röhrenförmig ausgehöhlten Epithel der Ovarialstränge. Die drei Zellelemente einer Eianlage, Eizelle, Nähr- und Epithelzellen, entstammen einer einzigen Urkeimzelle. Die Nukleolarsubstanz ihrer Kerne zeigt im Laufe der Entwicklung charakteristische Veränderungen. Erwähnenswert ist ferner das Auftreten symbiontischer Saccharomyceten in vielen Eiern. Jede Coccidenart beherbergt eine für sie typische Form derselben.

On the genetic relation of neurofibrilla to chromatin; von *Gaylord Swindle*.

Vergleichende Morphologie des 2. und 3. Abdominal-segments bei männlichen Libellen; von *Erich Schmidt*. Nach einer über die vorhandene Literatur unterrichtenden Einleitung gibt Verfasser eine Beschreibung der Chitinteile und der Muskulatur zunächst des typischen Abdominalsegments und dann des die Begattungsorgane bergenden zweiten und dritten Segments der Männchen an Hand je eines Vertreters der Hauptfamilien der Libellen. In einer auf ein umfangreiches Material sich stützenden speziellen Behandlung wird die Veränderlichkeit der einzelnen Teile des Begattungsapparates in den verschiedenen Gruppen, teilweise bis zu den Spezies herab, gezeigt und eine Reihe von Formen abgebildet. Diese Veränderlichkeit weist der Systematik neue Wege, gestattet auch phylogenetische Folgerungen. Den Schluß bilden Beobachtungen über die Begattung und auf einer anatomischen Untersuchung der Reliktform *Epiophlebia superstes* Selys fußende Betrachtungen über die vermutliche phyletische Entstehung der Begattungsorgane.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie; Band 115, Heft 1, 1916.

Der Erreger der Maul- und Klauenseuche; von *H. Stauffacher*. Das infizierte Gewebe und das Blut von an Zungenkrebs erkrankten Tieren enthalten in Größe, Form und Färbbarkeit identische Schmarotzer; dieselben Individuen finden wir auch massenhaft in der Blasenlymphe. — Die Kulturen aus Blasenlymphe und aus Blut ergeben im Kondenswasser Nicollescher Nährböden wiederum identische Formen. Die großen unter diesen Geschöpfen erinnern uns an die herpetomonasähnliche Kulturform der Leishmania und an die Herpetomonasformen der Trypanosomen. Durch chro-

midialen Zerfall entstehen aus diesen großen Individuen winzige Derivate (der filtrierbare Teil des Virus), die wieder mit den Gebilden der genuinen Lymphkorrespondieren. — Überimpfung der kultivierten Formen auf gesunde Tiere ist möglich. — Das neue Protozoon wird — als Erreger der Aphthenseuche — *Aphthomonas infestans* genannt.

Das Verhalten transplanterter Beinknospen von Rana fusca und die Vertretbarkeit der Quelle des formativen Reizes; von *Bernhard Dürken*. Embryonale Beinknospen wurden statt des extirpierten Bulbus oculi unter die nicht entfernte Conjunctiva eingeheilt. Es tritt Entwicklung des Transplantates ein in ungleichem Grade. Der Pfropf kann durch Metaplasie ganz unterdrückt werden. Wenn keine Innervation erfolgt, so ergibt sich nur ganz mangelhafte Differenzierung ohne Muskulatur, bei Innervation (vom Ganglion prostaticum commune aus, Art des Trigam.) vollkommene Entwicklung mit Muskeln. Wird die Conjunctiva von dem wachsenden Transplantat vorgebuchtet, so wird sie dünn und pigmentfrei, somit neutral. Da die Aufballung somit abhängig ist von der Entwicklung des Auges, liegt hier Vertretbarkeit der Quelle des formativen Reizes vor, ebenso wie in der abnormen Innervation der Knospe.

Zoologischer Anzeiger; Band 46, Nr. 8, 1916.

Zoologie und Physiologie; von *Ludwig Reisinger*. In dem vorliegenden Artikel wird darauf hingewiesen, daß die Physiologen der medizinischen Fakultäten und Tierärztlichen Hochschulen sich vorwiegend mit den ihnen naheliegendsten Untersuchungsobjekten (Mensch und Haustiere) beschäftigten, während die übrigen Vertreter der Tierwelt von der physiologischen Forschung vernachlässigt werden. Es wird angeregt, daß auch der Zoologe sein Interesse der Physiologie, als einem Spezialfach der Zoologie, zuwenden möge, was der Unterstützung von seiten der Universitäten durch Gründung von Lehrkanzeln für Anatomie und Physiologie der Tiere wert wäre.

Japanische Polychäten aus der Sammlung Doflein; von *Hans Walter Frickhinger*. In der vorliegenden Arbeit hat der Verfasser einstweilen die Familien der *Amphinomiden*, *Aphroditiden* und *Polynoiden* bearbeitet. Anschließend an die Beschreibung zahlreicher neuer Arten und einer neuen Polynoidengattung sucht Verfasser einige der auch von anderen Tiergruppen her bekannten tiergeographischen und biologischen Eigentümlichkeiten der japanischen Meeresfauna auf Grund der in der japanischen See existierenden Meeresströmungen zu erklären.

Zoologischer Anzeiger; Band 46, Nr. 10/11, 1916.

Bemerkungen über das lokale Auftreten von Sinushaaren am Säugetierkörper; von *K. Toldt jun.* Das Vorkommen von Sinus- oder Spürhaaren war bis vor kurzem nur an gewissen Stellen des Gesichtes sowie bei manchen Arten am Karpalgelenk und auch am Tarsalgelenk bekannt. In neuerer Zeit wurden sie von verschiedenen Forschern bei einzelnen Säugern auch an anderen Körperstellen in bestimmter Verteilung festgestellt, so am Bauch, am Unterarm und Unterschenkel. Bei den dichtbehaarten Klipp- und Baumschliefern und bei dem im übrigen haarlosen, im Sande lebenden *Heterocephalus* sind sie über den ganzen Körper verstreut. Desgleichen scheinen sämtliche Körperhaare der Sirenen und des Flußpferdes sinuös zu sein. Während bei den Primaten (auch bei den Anthropomorphen) im Gesicht und zum Teil auch am Karpus deutliche Sinushaare vorkommen, konnten beim Menschen bisher nur mit annähernder Sicherheit rudimentäre Spuren gefunden werden.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 13.

31. März 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Normalthermometrie. Von *Geheimrat Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.* S. 165.

Besprechungen:

Schaxel, Julius, Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen. Von *P. Mayer.* S. 170.

Buchner, Paul, Praktikum der Zellenlehre. Von *P. Mayer.* S. 172.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein). Von *R. Süring.* S. 172.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 173-176.

Eine Methode zur relativen Atomgewichtsbestimmung der isotopen Elemente. Photoelektrische Zelle. Vollständige photoelektrische Emission. Ionisierung des Wasserstoffs. Zusammenhang zwischen Spektrum und Atomgewicht. Abhängigkeit der Beweglichkeit der Ionen in der Luft vom Druck. Deltastrahlen von Zink. Freie Elektronen. Ueber die katalytische Synthese der Ameisensäure unter Druck. Ueber die elektrochemische Oxydation des Ammoniaks. Ueber die Synthese von 100 prozentigem Wasserstoffsuperoxyd mit Hilfe der stillen elektrischen Entladung.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

1789 und 1914

Die symbolischen Jahre in der Geschichte des politischen Geistes

Von

Dr. Johann Plenge

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Münster i. W.

Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Die Messung hoher Temperaturen

Von

G. K. Burgess und **H. Le Chatelier**

Bureau of Standards

Membre de l'Institut

Nach der dritten amerikanischen Auflage übersetzt und mit Ergänzungen versehen

von **Professor Dr. G. Leithäuser**

Dozent an der Kgl. technischen Hochschule Hannover

Mit 178 Textfiguren

Preis M. 15.—; in Leinwand gebunden M. 16.—

Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und im Betriebe

Zum Gebrauch in Maschinenlaboratorien und in der Praxis

Von

Prof. Dr.-Ing. A. Gramberg

Danzig-Langfuhr

Dritte, vielfach erweiterte und umgearbeitete Auflage

Mit 295 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle

insbesondere zur Kontrolle des Dampfbetriebes

Zugleich ein Leitfaden für die Uebungen in den Maschinenbaulaboratorien technischer Lehranstalten

Von

Professor Julius Brand

Oberlehrer der Kgl. Vereinigten Maschinenbauschulen zu Elberfeld

Dritte, verbesserte Auflage

Mit 285 Textfiguren und zahlreichen Tabellen — In Leinwand gebunden Preis M. 8.—

Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

unter Mitwirkung von hervorragenden Fachmännern und mit Unterstützung der Königlich
Preussischen Akademie der Wissenschaften

herausgegeben von

Dr. Richard Börnstein

Professor der Physik an der Landwirtschaftlichen
Hochschule zu Berlin

Dr. Walther A. Roth

a. o. Professor der physikalischen Chemie an der
Universität zu Greifswald

Mit dem Bildnis H. Landolts

1330 Seiten. Lex.-8^o. In Moleskin gebunden Preis M. 56.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

31. März 1916.

Heft 13.

Normalthermometrie.

Von Geheimrat Prof. Dr. Karl Scheel,
Berlin-Dahlem.

Die Reichsanstalt hat vor kurzem die folgende Bekanntmachung über die Prüfung von Thermometern erlassen:

Vom 1. April 1916 an eicht die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die Thermometer und Pyrometer in einer Temperaturskala, welche in folgender Weise bestimmt ist:

1. In dem Gebiete zwischen dem Schmelzpunkt des Quecksilbers und dem Siedepunkt des Schwefels wird die Temperatur durch das Platinwiderstandsthermometer nach folgenden Normen definiert: Für die Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes R von der Temperatur t gilt die quadratische Gleichung

$$R = R_0 (1 + at - bt^2).$$

Ihre Konstanten werden bestimmt durch die Messung des Widerstandes bei 0° (R_0), bei 100° (R_{100}) und bei dem Schwefelsiedepunkt, welcher bei dem reduzierten Barometerstande p gleich $* 444,55^\circ + 0,0908 (p - 760)$

$$- 0,000\,047 (p - 760)^2$$

zu setzen ist. Bezeichnet t_p die Temperatur in der Platinskala, also

$$t_p = 100 \frac{R - R_0}{R_{100} - R_0},$$

so gilt

$$t = t_p + \delta \left[\left(\frac{t}{100} \right)^2 - \frac{t}{100} \right],$$

wo

$$\delta = \frac{b \cdot 10^4}{a - b \cdot 10^2}.$$

Das Platin des Widerstandes ist von solcher Reinheit zu wählen, daß R_{100}/R_0 nicht kleiner als 1,388 und nicht größer als 1,52 ist.

Die folgenden Fixpunkte sind in dieser Temperaturskala gemessen worden und können zur Eichung von Thermometern benutzt werden: Die Schmelz- oder Erstarrungspunkte von

Quecksilber $- 38,89^\circ$

Zinn $+ 231,84$

* Cadmium $320,9$

Zink $419,4$

der Umwandlungspunkt von

Natriumsulfat $+ 32,38^\circ$

die Siedepunkte von

Naphthalin $217,96^\circ + 0,058 (p - 760)$

Benzophenon $305,9 + 0,063 (p - 760)$

Zwischen 0° und 100° fällt die vorstehend definierte Skala mit der internationalen Wasser-

stoffskala innerhalb deren Fehlergrenze zusammen.

2. Unterhalb des Schmelzpunktes von Quecksilber werden die Temperaturen definiert durch dasjenige Platinwiderstandsthermometer, das Henning mit dem Wasserstoffthermometer verglichen hat (vgl. Ann. d. Phys. 40, S. 635, 1913; 43, S. 282, 1914). Als Fixpunkte dienen in diesem Bereiche die Siedepunkte von

* Kohlensäure

$$- 78,5^\circ + 0,015\,95 (p - 760) - 0,000\,011 (p - 760)^2$$

* Sauerstoff

$$- 183,0^\circ + 0,012\,58 (p - 760) - 0,000\,0079 (p - 760)^2$$

3. Oberhalb des Schwefelsiedepunktes dienen als Fixpunkte die Schmelzpunkte von

* Antimon 630°

Silber $960,5$

* Gold 1063

Kupfer 1083

* Palladium 1557

Platin 1764

Zur Interpolation zwischen diesen Fixpunkten wird das Thermoelement aus Platin und 10-prozentigem Platinrhodium verwendet. Die Thermokraft wird zwischen 300° und 1600° durch eine Gleichung dritten Grades dargestellt, deren Konstanten durch die an den Schmelzpunkten des Cadmiums, Antimons, Goldes und Palladiums bestimmten Werte der Thermokraft abgeleitet werden.

Mit dieser Skala steht innerhalb der Fehlergrenze in Übereinstimmung die radiometrische Skala, in der zwischen zwei Temperaturen t_1 und t_2 und den zugehörigen Helligkeiten H_1 und H_2 der homogenen schwarzen Strahlung von der Wellenlänge $\lambda(\mu)$ die Beziehung besteht

$$\log \text{nat} \frac{H_2}{H_1} = \frac{c}{\lambda} \left(\frac{1}{273 + t_1} - \frac{1}{273 + t_2} \right) \dots (1)$$

wenn $c = 14\,300$ gesetzt wird.

Erläuterungen.

1. Die definierte Temperaturskala entspricht nach dem heutigen Stande der Thermometrie der thermodynamischen Skala, ist aber von dieser, deren Verwirklichung sich mit dem wissenschaftlichen Fortschritt etwas ändern kann, zu unterscheiden. Mit der Einführung der neuen Skala wird in der Thermometrie derselbe Weg eingeschlagen wie in der elektrischen Meßtechnik, wo unterschieden wird zwischen den ursprünglich definierten Werten der Einheiten und ihrer Verwirklichung durch feste international eingeführte Normen.

2. Die Fixpunkte, von denen die für die Definition der Temperaturskala notwendigen mit einem * bezeichnet sind, beruhen unterhalb 1100° auf den übereinstimmenden Ergebnissen der neueren gasthermometrischen Messungen. Die Punkte oberhalb 1100° sind radiometrisch bestimmt und weichen von den Werten ab, die mit dem Gasthermometer ermittelt wurden. So liegt der angegebene Wert 1557° für den Schmelzpunkt des Palladiums, der nach Gleichung (1) bestimmt wurde, unter Annahme des Helligkeitsverhältnisses $H_{\text{PdSm}}/H_{\text{AuSm}}$ für $\lambda = 0,6563 \mu$ zu 81,5, um 8° höher als die Zahl, welche Day und Sosman mit dem Gasthermometer gefunden haben.

Im folgenden soll versucht werden, die Bedeutung der Festsetzungen der Reichsanstalt, die zunächst nur den Fachmann angehen, auch dem Interesse der Leser dieser Zeitschrift näher zu rücken.

Gasthermometer. Seit den Untersuchungen Regnaults über die Ausdehnung der Gase und Dämpfe bildet das Gasthermometer die Grundlage aller Temperaturmessungen. Die Überlegenheit der Gasthermometer über die Flüssigkeitsthermometer besteht einerseits darin, daß die Gase gegenüber Temperatureinflüssen ein weit einfacheres Verhalten zeigen als Flüssigkeiten, das sogar im wesentlichen für alle Gase das gleiche ist, andererseits darin, daß zufolge der großen Wärmeausdehnung der Gase die Wärmeausdehnung der das Gas umhüllenden Gefäßsubstanz die Angaben des Gasthermometers weit weniger beeinflußt als diejenigen des Flüssigkeitsthermometers.

Das Gasthermometer beruht auf der Gültigkeit des Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetzes. Sind p , v und t Druck, Volumen und Temperatur eines Gases und betrachten wir diese Größen in zwei verschiedenen Zuständen des Gases p_0 , v_0 , t_0 und p_1 , v_1 , t_1 , so gilt

$$\frac{p_0 v_0}{1 + \alpha t_0} = \frac{p_1 v_1}{1 + \alpha t_1},$$

wo α eine Konstante bedeutet. Das Gas kann nun, ähnlich wie das Quecksilber eines Quecksilberthermometers, in ein Gefäß mit angesetzter Kapillare eingeschlossen sein, wobei sein Volumen durch einen kurzen Quecksilberfaden abgegrenzt ist. Es kann sich dann bei Temperaturänderungen frei ausdehnen oder zusammenziehen, d. h. es ist $p_0 = p_1$, und das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz nimmt die einfachere Form an:

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_0}.$$

Beziehen wir noch den Ausgangszustand p_0 , v_0 , t_0 auf den Ausgangspunkt der Temperaturzählung nach Celsius, den Eispunkt, so ist $t_0 = 0$ und es wird

$$v_1 = v_0 (1 + \alpha t_1).$$

Die Konstante α ist also der Ausdehnungs-

koeffizient des Gases; bei Kenntnis von $\alpha = 0,00367$ kann man t_1 aus v_1 und v_0 berechnen.

Für fundamentale Untersuchungen sind Gasthermometer „konstanten Druckes“ im allgemeinen wenig benutzt worden. Man verwendet dabei vielmehr Versuchsanordnungen, bei denen man das Gas nach einer Temperaturänderung durch Änderung des Druckes stets auf dasselbe Anfangsvolumen zurückführt. Das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz nimmt für solche Gasthermometer „konstanten Volumens“ ($v_0 = v_1$) die Form an:

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_0},$$

oder wenn man wieder $t_0 = 0$ setzt:

$$p_1 = p_0 (1 + \alpha t_1);$$

die Konstante α wird jetzt hier als Spannungskoeffizient bezeichnet. Auch der Spannungskoeffizient hat den Wert $\alpha = 0,00367$.

Internationale Wasserstoffskale. Sorgfältige Untersuchungen haben ergeben, daß Ausdehnungs- und Spannungskoeffizienten für dasselbe Gas nicht gleich, sondern ein wenig voneinander verschieden sind. Beide Koeffizienten hängen außerdem vom Druck des Gases ab und variieren von einem Gase zum anderen. Die Verfeinerung der Temperaturmessung verlangt deshalb genauere Festsetzungen über Art und Zustand des zur thermometrischen Normalsubstanz verwendeten Gases. Im Jahre 1887 beschloß das internationale Maß- und Gewichtskomitee, die Spannungsskale des Wasserstoffs, d. h. desjenigen Gases, das nach den damaligen Kenntnissen am weitesten von seinem Kondensationspunkt entfernt war, als Temperaturskale für den internationalen Dienst des Maß- und Gewichtsbureaus zugrunde zu legen. Als Null- und Hundertpunkt der Skale wurden die Temperaturen des schmelzenden Eises und des unter Normaldruck siedenden Wassers angenommen und es wurde festgesetzt, daß der Druck der zur Messung dienenden Wasserstoffes bei 0° Temperatur 1 m Quecksilber betragen solle.

Den unmittelbaren Bedürfnissen des Maß- und Gewichtswesens wäre durch Festlegung einer Temperaturskale etwa zwischen 0° und 30° Genüge geschehen. In Rücksicht auf die Fundamentaltypunkte 0° und 100° wurden indessen die grundlegenden Arbeiten im internationalen Maß- und Gewichtsbureau auf das ganze Intervall 0 bis 100° ausgedehnt. Die so geschaffene Skale hat dann in der Folge allgemeine Anerkennung gefunden und ist bis heute im Gebrauch geblieben.

Stickstoffskale. Oberhalb 100° diffundiert der Wasserstoff, und zwar bei steigender Temperatur in immer höherem Grade durch die Wandungen der Thermometergefäße und wird darum als thermometrische Substanz unbrauchbar. Als Ersatz bietet sich der Stickstoff oder die Luft, die die störende Eigenschaft des Wasserstoffs nicht besitzen.

Thermodynamische Temperaturskale. Mit zunehmender Verdünnung nähern sich Spannungs-

und Ausdehnungskoeffizient eines Gases einander und streben bei allen Gasen einem und demselben Grenzwerte zu, der nach jetziger Kenntnis $\frac{1}{273,1} = 0,003\,662$ beträgt. Die hierauf gegründete Skale eines von den besonderen Eigenschaften der verschiedenen Gase befreiten idealen Gases, zu der man theoretisch auch noch auf einem anderen Wege geführt wird, nennt man die thermodynamische Temperaturskale. Alle Thermometerprüfungen der Reichsanstalt sollen künftig grundsätzlich auf diese thermodynamische Skale bezogen werden, deren Abweichung von den vorstehend genannten gasthermometrischen, der Wasserstoff- bzw. Stickstoff- und Luftskale konstanten Volumens, für praktische Zwecke nicht mehr in Frage kommt. Die Untersuchungen über die thermodynamische Temperaturskale sind zwar noch nicht abgeschlossen; noch kann sich der Verlauf der Skale bei weiterem Fortschritt der Wissenschaft etwas ändern; aber es wäre unangebracht, die Festsetzungen der Grundlagen der praktischen Thermometrie von künftigen Forschungen abhängig zu machen, deren Abschluß vielleicht noch in weiter Ferne liegt. Es sind darum die obigen Bestimmungen über die Verkörperung der thermodynamischen Temperaturskale getroffen.

Die Thermometrie geht damit denselben Weg wie vor ihr das Maß- und Gewichtswesen und die elektrische Meßtechnik. Meter und Kilogramm sollten ursprünglich der zehnmillionste Teil des Erdquadranten und die Masse eines Kubikdezimeters Wasser im Zustande größter Dichte sein. Heute wissen wir, daß die Länge des Erdquadranten nicht 10 000 000, sondern 10 000 856 m beträgt und daß das Kilogramm die Masse von 1,000 028 dm³ reinen Wassers im Zustande größter Dichte ist, beides Zahlen, die sich mit jeder neuen Gradmessung, mit jeder Vervollkommnung der Meßmethoden um Bruchteile von Einheiten der letzten angegebenen Stelle ändern können. Aus diesem Grunde denkt niemand daran, unsere Grundmaße zu verändern, das Meter um fast $\frac{1}{10}$ mm zu verlängern, das Kilogramm um 28 mg zu verkleinern, und es ist mehr als zweifelhaft, daß eine solche Korrektur in absehbarer Zeit vorgenommen werden wird.

Die elektrischen Einheiten haben bereits solche Korrekturen erfahren; z. B. wurde der Wert des „legalen“ Ohm um etwa 3 $\frac{1}{100}$ in das „internationale“ Ohm geändert, und auch dieses scheint um etwa $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{100}$ gegen die absolute Definitionseinheit zu groß zu sein. Eine nochmalige Änderung der praktischen elektrischen Einheiten wird sich auf zahlreiche Fundamentaluntersuchungen stützen müssen.

Quecksilberthermometer. Die internationale Wasserstoffskale und die Luftthermometerskale wurden früher durch Quecksilberthermometer verkörpert, welche ein für alle Male in fundamentaler Untersuchung durch direkte Vergleichung an das in seiner Handhabung unbequeme Gasthermometer angeschlossen waren. Um hierbei allgemein ver-

wertbare Resultate zu erhalten, hat man zunächst die Quecksilberthermometer in sich fundamental zu untersuchen und jedes Thermometer, das gewissermaßen ein Individuum voller Launen und Tücken darstellt, seiner Besonderheiten zu entkleiden. Das ideale Quecksilberthermometer soll auf der Röhre (Stabthermometer) gleichmäßig und ohne Fehler geteilt sein, soll ein vollkommen zylindrisches Kaliber besitzen, der Eispunkt soll bei 0 und der Siedepunkt bei 100 liegen und das Gefäß oder, wie man im gewöhnlichen Sprachgebrauch sagt, die Kugel soll durch äußeren und inneren Druck nicht beeinflusst werden. Dem Gebrauch des Thermometers muß daher eine sorgfältige Untersuchung der Teilung und des Kalibers vorangehen, die von 0 und 100 abweichenden Lagen des Eis- und Siedepunktes müssen bestimmt werden und es muß ermittelt werden, welchen Standunterschied ein äußerer oder innerer Überdruck am Thermometer hervorruft; beispielsweise zeigt ein Thermometer bei 100° in vertikaler Lage zufolge des Druckes der Quecksilbersäule auf das Gefäß um 0,1° niedriger als in horizontaler Lage. Auf Grund dieser Untersuchungen sind Korrektions tafeln aufzustellen, die erlauben, die Angaben des Thermometers auf diejenigen im Normalzustande zu reduzieren. Bei Einschlußthermometern ist die verschiedene Wärmeausdehnung des Teilungsträgers und der Kapillare in Rechnung zu ziehen. Endlich hat man eine Erscheinung zu berücksichtigen, die man thermische Nachwirkung nennt, und deren Größe von der Art der benutzten Glassorte abhängt. Die thermische Nachwirkung besteht darin, daß ein Thermometergefäß die Wärmeausdehnung, die es sowohl bei der Anfertigung durch Erhitzen in der Flamme, als auch später beim Gebrauch in höherer Temperatur erleidet, nicht sofort, sondern erst in einer asymptotisch zum Endzustand verlaufenden Abklingung verliert. Die langsame Abklingung tritt in einem Anstieg des Eispunktes, die Nachwirkung der vorangegangenen Erwärmung auf höhere Temperatur in einer Erniedrigung (Depression) des Eispunktes in die Erscheinung. Wie die thermische Nachwirkung bei der Berechnung der Temperatur aus den Angaben des Thermometers eliminiert wird, darauf kann hier nicht eingegangen werden. Zweckmäßig ist es — und auch in den Prüfungsbestimmungen der Reichsanstalt ist es vorgeschrieben —, die Quecksilberthermometer aus einem Glase mit geringer thermischer Nachwirkung herzustellen. Die Depression des Eispunktes nach Erwärmung auf 100°, die man vielfach als Maß für die thermische Nachwirkung ansieht, beträgt bei den gewöhnlichen Thüringer Gläsern oft mehr als 1°, bei den Jenaer Thermometergläsern (vgl. weiter unten) ist sie für 16^{III} auf 0,1, für 59^{III} gar auf 0,05° herabgedrückt.

Berücksichtigt man alle individuellen Eigentümlichkeiten der Quecksilberthermometer, so zeigt sich das eigentlich selbstverständliche Resultat, daß die Abweichung vom Gasthermometer nur noch

eine Funktion der Glassorte ist, mit anderen Worten, daß Thermometer aus derselben Glassorte auch die gleiche Abweichung vom Gasthermometer besitzen. Diese Erkenntnis führte zu der Ansicht, daß man bei fundamental bestimmten Quecksilberthermometern von einer für jedes Individuum zu wiederholenden mittelbaren oder unmittelbaren Vergleichung mit dem Gasthermometer überhaupt absehen könne und seine Aufmerksamkeit nur auf die dauernde Unveränderlichkeit der Glassorte richten müsse.

In der Verfolgung dieses Gedankens wurden alle durch das internationale Maß- und Gewichts-bureau gelieferten Thermometer aus einer als brauchbar erkannten, in Frankreich fabrikmäßig hergestellten Glassorte (dem verre dur) angefertigt. In Deutschland wurden in gemeinsamer Arbeit zuerst der Normal-Eichungs-Kommission, später der Reichsanstalt mit dem Glaswerk Schott und Genossen in Jena zahlreiche neue Glassorten erschmolzen und auf ihr thermisches Verhalten untersucht. Die Frucht dieses Zusammenwirkens sind mehrere Thermometergläser, unter denen als die hauptsächlichsten das Natronglas 16^{III} (67,3 SiO₂; 2,0 B₂O₃; 7,0 ZnO; 2,5 Al₂O₃; 14,0 Na₂O; 7,0 CaO; 0,2 Mn₂O₃), das Borosilikatglas 59^{III} (72,0 SiO₂; 12,0 B₂O₃; 5,0 Al₂O₃; 11,0 Na₂O) und das Verbrennungsröhrenglas genannt sein mögen. Glas 59^{III} ist bis 500° brauchbar, 16^{III}, das nur bis 300° untersucht ist, nahezu ebenso weit, das Verbrennungsröhrenglas bis etwa 550°.

Für noch höhere Temperaturen, bis 750°, sind mit Erfolg Quecksilberthermometer aus Quarzglas verwendet worden. Quarzglas bietet den Vorteil, nicht nur hohe Temperaturen aushalten zu können; man kann dies Material auch ohne Gefahr schroffen Temperaturwechseln aussetzen. Auch die thermische Nachwirkung des Quarzglases scheint recht klein zu sein.

Alle hochgradigen Thermometer, mit denen die normale Siedetemperatur des Quecksilbers (360°) überschritten werden soll, werden, um ein Verdampfen des Quecksilbers zu verhindern, oberhalb des Quecksilberfadens mit einem indifferenten Gase, Kohlensäure oder Stickstoff, unter passendem Druck (bis zu 60 Atmosphären) gefüllt.

Platinwiderstandsthermometer. Von allen individuellen Eigentümlichkeiten des Quecksilberthermometers ist das Widerstandsthermometer frei. Gebraucht wird nur ein Draht, für dessen Länge und Dicke man einen beträchtlichen Spielraum hat. Bezüglich der Gleichmäßigkeit des Drahtquerschnittes (Kaliber) werden Anforderungen nicht gestellt. Der Draht wird elektrisch ausgeglüht und lose auf ein Glimmerkreuz, die einzelnen Windungen gegeneinander durch Luft isoliert, aufgewickelt. Über das Ganze wird zum äußeren Schutz ein längeres Glas- oder Porzellanrohr geschoben, durch welches die mit den Enden des Widerstandsdrahtes verbundenen Zuleitungsdrähte nach außen geführt werden. Einschmelzen des Drahtes in Quarzglas, wie es zur Verbesserung

des schnellen Einstellens des Thermometers auf eine höhere oder tiefere Temperatur neuerdings häufig vorgenommen wird, ist für die Zwecke der Normalthermometrie zu verwerfen. Ein solches Widerstandsthermometer hat äußerlich eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Quecksilberthermometer und läßt sich ebenso wie dieses handhaben. Ein Unterschied besteht nur insofern, als man am Quecksilberthermometer die Temperatur direkt ablesen kann, während das Widerstandsthermometer die Verwendung besonderer Meßinstrumente (Galvanometer, Widerstandskästen u. a. m.) und einige Berechnungen erforderlich macht.

Die Widerstandsmessung geschieht in der Normalthermometrie wegen des störenden Einflusses der Zuleitungsdrähte nicht in der Wheatstoneschen Brückenschaltung. Der Widerstandsdraht wird vielmehr hintereinander mit einem Normalwiderstand in einen Stromkreis geschaltet und es werden die Spannungen an den Enden des Widerstandsdrahtes und des Normalwiderstandes gemessen. Die gefundenen Spannungen verhalten sich dann wie die zu vergleichenden Widerstände. — Diese Methode erfordert vier Zuleitungen zu den Enden des Widerstandes, je eine auf jeder Seite für die Zuführung des Stromes und für die Abnahme der Spannung.

Unter den verschiedenen Widerstandsmaterialien haben sich Platindrähte (Durchmesser $\leq 0,1$ mm) am besten bewährt. Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, daß sich der Widerstand der Platindrähte, selbst solcher verschiedener Herkunft, wenn sie nur einen gewissen Grad chemischer Reinheit besitzen, zwischen -40 und $+445^\circ$ als Funktion der Temperatur durch eine quadratische Gleichung darstellen läßt. Man erzielt also eine praktisch vollkommene Übereinstimmung verschiedener Platinthermometer untereinander und mit dem Gasthermometer bzw. der thermodynamischen Skale, wenn man die Platinthermometer an drei Punkten des genannten Intervalles eicht. Das Platinthermometer ist also auch in dieser Hinsicht dem Quecksilberthermometer, das einen Anschluß an das Gasthermometer an vielen Punkten verlangt, in hohem Maße überlegen.

Nach Ermittlung des Eisschmelz- (R_0) und des Wassersiedepunktes (R_{100}) liefert die Beobachtung des Widerstandes R bei einer Temperatur t zunächst analog wie beim Quecksilber- und Gasthermometer die „Platintemperatur“

$$t_p = 100 \frac{R - R_0}{R_{100} - R_0},$$

woraus sich die Temperatur t selbst als

$$t = t_p + \delta \left[\left(\frac{t_p}{100} \right)^2 - \frac{t_p}{100} \right]$$

berechnet. Die Konstante δ wird durch Beobachtung des Widerstandes beim Schwefelsiedepunkt oder einem anderen der in der Bekanntmachung aufgeführten Fixpunkte ermittelt.

Unterhalb des Schmelzpunktes des Quecksilbers

ändert sich der Widerstand des Platins langsamer, als es der zwischen -40 und $+445^{\circ}$ geltenden quadratischen Formel entspricht, welche schon die Temperatur der flüssigen Luft um 2° zu hoch ergibt. Immerhin ist aber das Verhältnis $R:R_0$ des Widerstandes bei einer tiefen Temperatur zum Widerstand bei 0° für verschiedene Platindrähte gleich, und man kann aus diesem Verhältnis nach den unter 2 in der Bekanntmachung der Reichsanstalt mitgeteilten Literaturangaben die Temperatur nach der thermodynamischen Skale ableiten. — Unterhalb -190° im Gebiete sehr tiefer Temperaturen herrschen noch Unsicherheiten; die wissenschaftliche Durchforschung dieses Intervalls ist aber in regem Fluß.

Temperaturen zwischen 450 und 1600°. Dies Intervall wird nur noch zum Teil (bis 1100°) vom Gasthermometer sicher beherrscht. Es liegen zwar noch Messungen oberhalb 1100° vor, doch sind die Ergebnisse nicht mehr in vollem Einklang mit Messungen der Temperatur nach der radiometrischen Methode, von der weiter unten die Rede sein wird. Die Temperaturskala der Reichsanstalt erfaßt das Gebiet in seiner Gesamtheit durch Aufstellung einer Reihe von Fixpunkten, den Schmelzpunkten von Antimon, Gold und Palladium, zwischen denen in Verbindung mit dem Schmelzpunkt des Cadmiums mit Hilfe eines Thermoelements aus Platin und 10-prozentigem Platinrhodium interpoliert wird.

Das Thermoelement aus Platin und Platinrhodium erfreut sich seit Jahren einer immer steigenden Verbreitung. Die Zahl der in den Jahren 1910 bis 1913 in der Reichsanstalt geprüften Instrumente betrug 897, 707, 813, 1072; die Mengen der ungeprüft hinausgegangenen Elemente dürften die vorstehenden Zahlen ganz erheblich übertreffen. — Die Drähte der Thermolemente werden jetzt von zwei deutschen Firmen in hervorragender Qualität, sowohl was Reinheit und Gleichmäßigkeit anbetrifft, hergestellt; Störungen der Messungen durch sekundäre, durch Inhomogenitäten der Drähte hervorgerufene Thermoströme treten kaum auf. Thermolemente aus Platin und Platinrhodium scheinen daher in Verbindung mit Fixpunkten zur Verkörperung der Temperaturskala ganz besonders geeignet.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Thermolemente aus Platin und Platinrhodium durch solche aus unedlen Metallen zu ersetzen. Für die Normalthermometrie kommen solche Elemente nicht in Frage. Für den praktischen Gebrauch haben sich bis 600° , teilweise auch wohl bis 800° Elemente aus Silber und Konstantan, Nickel und Nickelstahl u. a. als verwendbar erwiesen. In höheren Temperaturen haben solche Kombinationen, selbst wenn sie in der Form dicker Drähte oder Stäbe angewendet werden, infolge der Oxydation nur eine kurze Lebensdauer.

Zum Anschluß der Thermolemente an die Schmelzpunkte bedient man sich zweier

Methoden. Besonders in tieferen Temperaturen werden die Metalle (Cadmium, Antimon) in Porzellan- oder Graphittiegeln im elektrischen Ofen niedergeschmolzen, und es wird nun durch Hineinsenken des durch überzogene Rohre geschützten Thermolements in die schmelzende oder erstarrende Masse die Thermokraft des Elementes im Augenblick des Phasenwechsels nach der Kompensationsmethode bestimmt. In höheren Temperaturen wird das Schmelzmetall (Gold, Palladium) in Form dünner Drähte an den Ort der Lötstelle zwischen die beiden Thermolementdrähte geschweißt. Man beobachtet das Anwachsen der Thermokraft des Elementes, während sich die Schweißstellen mit dem Schmelzdraht in einem langsam aufgeheizten elektrischen Ofen befinden. Die unmittelbar vor dem Verschwinden der Spannung abgelesene Thermokraft entspricht der Schmelztemperatur des Drahtes.

Radiometrische Temperaturskala. Die zur Temperaturmessung verwendeten Strahlungsgesetze sind nur für die von einer „schwarzen“ Fläche ausgehende Strahlung, die „schwarze“ Strahlung, gültig. Eine Fläche ist „schwarz“, wenn sie alle, die sichtbaren und die unsichtbaren Strahlen, absorbiert. Soweit die Fläche diese Eigenschaft nicht hat, wird auch die Temperaturbestimmung fehlerhaft.

Als schwarze Strahlung kann die aus der engen Öffnung eines Hohlraumes austretende angesehen werden, dessen Wandungen gleichmäßig temperiert sind. Hochtemperierte technische Öfen liefern vielfach nahezu schwarze Strahlung.

Die Temperatur einer schwarzen Strahlung ausstrahlenden Körpers läßt sich dadurch ermitteln, daß man einen homogenen Teil der Strahlung, gewöhnlich ein kleines Gebiet im roten Teile des Spektrums, mit einer bekannten Lichtquelle photometrisch vergleicht.

Im Pyrometer von *Holborn* und *Kurlbaum* ist das Vergleichslicht eine Glühlampe von 4 Volt mit bügelförmigem Glühfaden, welche sich im Innern eines Fernrohrs befindet, dessen Objektiv am Orte des Glühfadens ein Bild der schwarzen Fläche entwirft; das Okular ist scharf auf den Faden eingestellt. Man reguliert nun die Helligkeit der Lampe durch Veränderung ihrer Stromstärke derart, daß der Bügel des Glühfadens auf der zu photometrierenden schwarzen Fläche verschwindet. Die Stromstärke der Lampe ist dann ein Maß für die Temperatur der schwarzen Fläche. Man kann die Stromstärke der Lampe in Temperaturen auswerten, d. h. die Lampe eichen, wenn man das Fernrohr auf die enge Öffnung sog. „schwarzer“ Körper richtet, das sind in besonderer Art gebaute Hohlkörper, welche elektrisch geheizt werden. Die Temperatur dieser Körper wird gleichzeitig mit eingebauten Thermolementen gemessen. Die Skale des Holborn-Kurlbaumschen Pyrometers ist damit unmittelbar auf die Skale des Thermolements und mittelbar auf

die thermodynamische, durch Schmelzpunkte fixierte Temperaturskala zurückgeführt.

Von sonstigen Strahlungs-pyrometern soll hier nur das nach *Wanner* benannte besprochen werden, das in Deutschland vielfach im Gebrauch ist. Das *Wannersche* Pyrometer ist im wesentlichen ein Königsches Spektralphotometer, dessen Okularblende auf die Wellenlänge $0,656 \mu$ der roten Wasserstofflinie eingestellt ist. Das konstante Vergleichslicht besteht aus einer matten Prismafläche, die durch eine Glühlampe von 6 Volt beleuchtet wird und deren Helligkeit man öfters bei unveränderter Stellung des Okularnicols mit einer durch eine Amylacetatlampe beleuchteten Mattscheibe vergleicht und durch Änderung eines Regulierwiderstandes konstant hält. Beim Photometrieren einer Strahlung stellt man die Hälften des Gesichtsfeldes durch Drehung des Okularnicols auf gleiche Helligkeit ein.

Zum Zwecke der Eichung wird das *Wannersche* Pyrometer auf eine bekannte Strahlungsquelle, etwa wieder auf die Öffnung eines schwarzen Körpers von der absoluten Temperatur $T_1 = 273,1 + t_1$, eingestellt. Die Temperatur des schwarzen Körpers sei auch hier auf andere Weise, etwa durch ein Thermoelement, ermittelt. Der am Okularnicol eingestellte Drehungswinkel sei α_1 . Für eine zweite unbekannte Strahlungsquelle, deren gesuchte Temperatur wir mit $T_2 = 273,1 + t_2$ bezeichnen, sei der Drehungswinkel α_2 . Dann wird das Helligkeitsverhältnis einerseits durch die Beziehung

$$H_2 : H_1 = e^{\frac{c}{\lambda T_1}} : e^{\frac{c}{\lambda T_2}}$$

oder

$$\log \text{ nat } \frac{H_2}{H_1} = \frac{c}{\lambda} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

gegeben, wo λ die Wellenlänge der roten Wasserstofflinie, $c = 14\,300$, die eingangs unter 3 erwähnte, durch umfangreiche Messungen in der Reichsanstalt bestimmte Konstante bedeuten; andererseits ist nach dem für ein Nicol geltenden Schwächungsgesetz,

$$H_2 : H_1 = \tan^2 \alpha_2 : \tan^2 \alpha_1.$$

Es wird also

$$\tan^2 \alpha_2 : \tan^2 \alpha_1 = e^{\frac{c}{\lambda T_1}} : e^{\frac{c}{\lambda T_2}},$$

woraus folgt, wenn man mit $M = 0,434\,29$ den Modul der Logarithmen bezeichnet:

$$\begin{aligned} \log \tan \alpha_2 - \log \tan \alpha_1 &= \frac{Mc}{2\lambda} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \\ &= 4734 \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right), \end{aligned}$$

woraus T_2 leicht zu berechnen ist.

Vielfach wird das Pyrometer für den praktischen Gebrauch anstatt mit einer Winkelteilung mit einer Teilung zur direkten Ablesung der Temperatur der Strahlung versehen.

Handelt es sich um die Messung *sehr hoher Temperaturen*, so würde beim Holborn-Kurlbaum-

schen Pyrometer die Stromstärke der Vergleichslampe unzulässig hoch gewählt werden müssen, während beim *Wannerschen* Pyrometer α_2 sehr groß und damit die Messung sehr ungenau ausfiele. Man hilft sich dann dadurch, daß man die zu messende Strahlung durch Reflexion an Glasflächen oder mittels Absorption durch Rauchgläser in einem bekannten Verhältnis φ schwächt. — Das Schwächungsverhältnis kann mit dem optischen Pyrometer selbst bestimmt werden. Wird eine noch ungeschwächt meßbare schwarze Strahlung von der Temperatur $T_2 = 273 + t_2$ durch die Schwächung scheinbar auf die Temperatur $T_1 = 273 + t_1$ herabgedrückt, so ist

$$\log \text{ nat } \varphi = \log \text{ nat } \frac{H_2}{H_1} = \frac{c}{\lambda} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

oder

$$\log \varphi = 9468 \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right).$$

Ist auf diese Weise φ bestimmt, so kann man hernach aus einer mit der Lichtschwächungsvorrichtung gemessenen Temperatur T_1 die Temperatur der ungeschwächten Strahlung berechnen als

$$\frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} - 0,000\,1056 \log \varphi.$$

Besprechungen.

Schaxel, Julius, Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen. Jena, G. Fischer, 1915. 8°. 336 S. und 49 Textabbildungen. Preis geh. M. 9.—.

Auf Grund seiner seit 1910 veröffentlichten Untersuchungen über die Entwicklung niederer Tiere und neuer Forschungen an Echinodermen tritt der Jenaer Zoologe *Schaxel* mit einer größeren Abhandlung über die Leistungen der Zellen bei der Ontogenese der Metazoen hervor. Besonders ausführlich geht er auf die Determination der Furchung ein, erörtert aber auch in gesonderten Abschnitten die Eibildung, Befruchtung, Bildung der Organanlagen und Histogenese sowie einige sich daran anschließende Fragen. Verfasser beginnt mit Auseinandersetzungen über die Methoden der Cytomorphologie und die Stellung dieses Wissenszweiges in der Biologie: wir treiben Physiologie nach morphologischen Indizien, wenn wir in den mikroskopischen Präparaten „die Bewegungen des Vorgangs in seinen erstarrten Phasen“ verfolgen; echte Physiologie wird an der lebenden oder überlebenden Zelle getrieben, und die Cytomorphologie der fixen Präparate bewegt sich nur an ihrer Grenze, auch bleibt ihr alles verschlossen, was sich nicht aus sichtbaren Formwandlungen ableiten läßt. Manches, was *Schaxel* hier und später vorbringt, ist — im Gegensatz zu dem kurzen, recht einladenden Titel des Buches — für meinen Geschmack etwas gar wortreich, und namentlich wird von Fremdwörtern ein allzu häufiger Gebrauch gemacht, indessen trotz der hierdurch oft schweren, umständlichen Ausdrucksweise liest sich die Schrift klar. Verfasser geht dann (in Kapitel 2) auf die Eibildung ein, soweit sie die Vorbereitung zur Furchung darstellt, und hält den Übertritt von Chromatin aus dem Kern — die Chromatinemission, wie er sie schon früher genannt hat — für sehr wahrscheinlich, ob-

wohl die Einzelheiten dabei noch nicht aufgeklärt seien; den entgegengesetzten Vorgang (die Immission) lehnt er ab, da für sie alle Anzeichen fehlen. Die Kernkörperchen seien nur „Lokalisationen aller der Substanzen, die bei den Kernvorgängen aus irgendwelchen Ursachen isoliert werden“, und eine besondere Nucleolussubstanz gebe es nicht. Das noch nicht reife Ei („vorreife Oocyte“) ist bei keinem Metazoon homöon, sondern läßt wenigstens eine, manchmal sogar drei Achsen erkennen. Für das Eindringen des Samenfadens ins Ei gibt es eine bevorzugte Region; im Ei wird er von dessen Strömungen weiterbefördert, und so bleibt sein Weg ohne Wirkung auf die Richtung der ersten Furche und damit auf die Achsen des Embryos überhaupt. Verfasser betont dies gegen Roux, mit dem er sonst in vielen Punkten übereinstimmt. Die geringe Menge des ins Ei gelangenden Spermaplasmas liefert keinen sichtbaren Beitrag zum Aufbau des Keimes, und vor allem die Plastosomen spielen dabei keine Rolle. Hier und später wendet sich Schaezel sehr scharf gegen Meves und seine Schule: die Plastosomen sind keine eigenen Zellorgane. „Selten sind wohl in der Cytologie an so geringfügige Beobachtungen so weitgehende Schlüsse in ähnlich gezwungener und zweckloser Weise geknüpft worden“, wie bei den Vermutungen über die Aufgabe des Spermaplasmas.

Im Kapitel von der Furchung, das nun folgt und fast die Hälfte des Buches ausmacht, werden nur der radiäre und spirale Modus ausführlich dargelegt. Bei jeder Teilung des Eies wirken zwei Komplexe von Faktoren: der primäre, d. h. die Tatsache, daß sich jedes Blastomer „gemäß der vom Ei übernommenen Substanzanordnung“ teilt, und der sekundäre, der auf der Interaktion der Blastomeren beruht, indem jedes von ihnen durch seine Lage im jungen Keime von den anderen abhängig, also bei der Teilung beeinflusst ist. Jeder Teilungsschritt bestimmt den ihm folgenden, und so wird die Furchung in einer Reihe von Vorgängen determiniert: das Ei bildet die Determination für die beiden ersten Blastomeren, diese wiederum die für das Stadium mit 4 Zellen usw. Für jede Zelle wird die Teilung nach Ort, Richtung und Größe durch die Anordnung ihrer Teile bestimmt, also liegen die Faktoren hierbei nur in der Zelle selber. Bei der Mitose übernimmt kein besonderes körperliches Gebilde die Führung oder liefert gar die Energie dazu; die Ausstattung der Centrosomen mit Abstoßungs- und Anziehungskräften „stellt eine physiologische Dichtung dar, die zu dem . . . gelegentlichen Befund von Centrosomen erdacht worden ist“.

Besonders lang (auf etwa 70 Seiten) verweilt Verfasser bei der Regulation der Furchung, da er hier zu den bekannten Anschauungen von Driesch und seinen Anhängern Stellung zu nehmen hatte. Die mitunter etwas scharf geratene Diskussion ist aber immer ruhig und überall sehr gründlich gehalten. Schaezel prüft zunächst die Regulation, wie sie tatsächlich verläuft, und gelangt zu dem wichtigen Schlusse, daß wahrhaft atypische Entwicklung nie zu einem typischen Ende kommt, indem der in seinem normalen Bau gestörte Keim nicht wieder durch Regulation typisch gemacht wird. Zwar erkennt er die Theorie von Driesch als ein „stilgerechtes Kunstwerk“ an, setzt aber gleich hinzu, Driesch wisse von der Entelechie nur zu sagen, daß sie eben da sei, und es sei wohl kein Zufall, daß Driesch, „sobald ihm der Nachweis der Biäutonomie endgültig geliefert erscheint, die Naturforschung auf-

gibt, um sich rein logischen Untersuchungen zu widmen“. Mit Boveri hält der Verfasser die frühen Stadien der Furchung, besonders die bei den Echinodermen, wo er die Angaben von Driesch nachuntersucht hat, nicht für harmonisch-äquipotentielle Systeme. Driesch habe von vornherein darauf verzichtet, den Hergang aller Bildungen aus Keimteilen zu erforschen, und sei so zu seiner verfehlten Auffassung gekommen. Es gehe nicht mehr an, von Harmonie, Regulation und Äquifinalität zu reden, sobald die Forschung eine hinreichende Einsicht in die Determination der Entwicklung genommen habe. Jedes Stadium ist streng an seine Vorläufer gebunden; Ausgang, Weg und Ende sind jeweils einander genau zugeordnet, und für das von Driesch behauptete Streben nach dem harmonischen Ganzen, das der Entelechie eigen sein soll, spricht keine Tatsache. „Damit fällt die Theorie der äquifinalen Regulationen samt ihren vitalistischen Konsequenzen“, und so ist „die zum mindesten verfrüht errichtete Grenze der Forschung in einem wichtigen Gebiete beiseite geräumt“. In dieser Beziehung geht also Verfasser mit Roux in seinem Urteile über die Unzulänglichkeit des Vitalismus und seine für die Wissenschaft nachteiligen Folgen Hand in Hand.

Gegen die Lehre von den organbildenden Substanzen im Ei, wie sie vornehmlich von amerikanischen Forschern aufgestellt wurde, macht Verfasser gleichfalls Front. Epigenese und Evolution läßt er beide an der Furchung beteiligt sein. Kurz verweilt er bei der Bildung der Organanlagen, auch der Histogenese widmet er nur wenig Raum. Für den Grund zum Eintritte der letzteren fehlt ihm, wie er gesteht, die zureichende Antwort. Er findet während dieser Epoche stets eine Zunahme des Chromatins im Kern und oft auch eine Emission ins Plasma; beides war bei der Furchung und der Anlage der Organe nicht der Fall gewesen. Die gesamten Vorgänge in den Zellen beschränken sich auf eine bestimmte, nicht umkehrbare — hierauf ist Gewicht zu legen — Folge von Ereignissen. Somit besteht „für die Einzelzelle eine strenge Einsinnigkeit ihrer Lebensgeschichte“. Auch ist der „Zelleib der Gewebsbildner kein Gemenge, in dem aus chemischen Umsetzungen ein im Raum geordnetes Gebilde auf unerklärliche Weise hervorgeht“, sondern die histogenetischen Ereignisse sind in der Zelle örtlich bestimmt.

Nach kurzen „Ausblicken auf Funktion, Seneszenz, Tod und Restitution“ — die „zu immer neuen Scheinproblemen führenden“ Annahmen von Driesch und E. Schultz über die Restitution beruhen auf falschen Beobachtungen — geht Verfasser am Schlusse ausführlich auf die Zellenlehre ein und wendet sich zunächst dabei gegen Whitman, Hartmann und M. Heldenstein. Seine eigene Arbeit enthalte in den darstellenden Abschnitten alles, was zur Widerlegung der „voreiligen Reformationen der Zellentheorie“ nötig sei. Gegen Weismann und O. Hertwig zeigt er sodann, daß die Vererbung keine Funktion für sich ist, also auch keiner besonderen Organe, d. h. keiner Determinanten usw. bedarf. Die Art und Weise der Entwicklung der Metazoen bedingt die Veränderlichkeit der Spezies, denn die Ontogenese bringt Schwankungen des Typus mit sich, die von Bedeutung für die Stammesgeschichte werden können, da diese nur „in der Kumulation der Veränderungen, die die Determination bei den jeweiligen ontogenetischen Realisationen erfährt“, besteht. Während aber bei den Metazoen die wirksamen Einheiten für die Ontogenese die Zellen bilden, sind bei

den Protozoen andere, noch nicht bekannte Faktoren tätig.

Wir wünschen dem Buche recht zahlreiche, aufmerksame Leser. Die Kritik wird sich schon darüber hermachen.

P. Mayer, Jena.

Buchner, Paul, Praktikum der Zellenlehre. 1. Teil: Allgemeine Zellen- und Befruchtungslehre. Berlin, Gebr. Bornträger, 1915. 8°. VIII, 336 S. und 160 Textabbildungen. Preis geb. M. 18,—.

Von der Bornträgerschen Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika ist nun auch der 5. Band erschienen, freilich zunächst nur die erste Hälfte, die sich mit der allgemeinen Zellen- und Befruchtungslehre beschäftigt. Ihr Verfasser, der junge Münchener Zoologe P. Buchner, hat seine Aufgabe mit vielem Geschick angegriffen und auf gute Weise der Lösung nahegebracht. In der Wahl der Objekte — mit Ausnahme der Zwiebelwurzel sind es nur tierische, was aus dem Titel nicht hervorgeht — hat er sich zwar Beschränkungen auferlegen müssen, ist aber mit Recht nicht so weit gegangen, die Seetiere ganz auszuschließen. Die Technik der Untersuchung wird so eingehend behandelt, daß es einem Studenten, der einen praktischen Kursus in einem guten zoologischen Laboratorium eifrig mitgemacht hat und technisch nicht allzu ungeschickt ist, möglich sein muß, alle (auch die mitunter umständlichen) Vorschriften zu befolgen und sein Material so zuzubereiten, daß es ihm den gewünschten Aufschluß gewährt. Buchner behandelt nun in 20 Kapiteln zuerst Kern und Plasma, dann die Zellteilung bei Metazoen (hier wird auch die Zwiebel untergebracht) und Protozoen, darauf die Vorgänge in Hoden und Eierstock bei der Bildung der Keimzellen, geht ferner auf die Reifeteilungen des Eies, die Besamung und Befruchtung sowie die normale („physiologische“) und künstliche Parthenogenese ein und schließt mit Erörterungen der Geschlechts- und der Keimbahnbestimmung, des Eiplasmas und der Vererbung. Alles dies ist sehr sorgsam durchgeführt. Die Angaben im Texte sind klar und nicht allzu weitläufig, die Abbildungen gehen damit Hand in Hand. Der gegenwärtige Stand der Forschung auf den erwähnten Gebieten wird überall anschaulich und, so weit ich sehe, auch durchaus unparteiisch geschildert. Unter den 160 Figuren kommt ein reichliches Dutzend doppelt vor, dafür sind aber nicht wenige neu und manche mehrfarbig; sie machen dem Verlage alle Ehre. Auch der Text bringt an zwei Stellen neue Untersuchungen: über das Ei von Anobium und den Keimbahnkörper von Chironomus. Die Arbeiten von A. B. Lee über die Spermatogenese von Helix hat Verfasser nicht herangezogen. Als eine Kleinigkeit, die den Wert des Buches nicht schmälert, sei erwähnt die unrichtige Schreibweise Geisel statt Geißel, Rubin 5 statt Rubin S. ferner Anadonta, Cione, Gingko, auch Perenny, Veydovsky, Weehler; einige andere Versehen sind schon in der Literaturliste berichtigt. Ich würde sie hier nicht besonders aufführen, geschähe es nicht im Hinblick auf den zweiten Teil des Werkes, der offenbar in Vorbereitung ist und nun vielleicht solche Schönheitsfehler noch vermeidet. Er soll „die Zelle in ihren mannigfachen somatischen Funktionen behandeln, aber dabei eine Zellenlehre bleiben, keine Histologie werden“. Selbst wenn dieses schöne Programm innegehalten wird, dürfen wir uns auf ein umfangreiches Buch gefaßt machen, das hoffentlich wenigstens ebenso gut ausfällt wie der erste Teil.

P. Mayer, Jena.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein).

In der Sitzung vom 8. Februar brachte Herr Geheimrat Dr. Hellmann zwei kleinere Mitteilungen über Windgeschwindigkeit auf dem Brockengipfel und über Dauer der Niederschläge und hielt sodann einen Vortrag über die Entwicklungsgeschichte des meteorologischen Lehrbuchs.

Auf dem Brocken sind zuerst in dem verfloßenen Sommer fortlaufende Registrierungen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung gelungen. Ältere Versuche, auch im Winter Aufzeichnungen zu erhalten, sind hauptsächlich an der Mächtigkeit des Rauheitsansatzes gescheitert, und es sollen daher fortan die Apparate nur in der wärmeren Jahreszeit laufen. Um zu ermitteln, wie genau sich hierbei Jahresmittelwerte ableiten lassen, wurde zunächst die Frage erörtert, inwiefern sich überhaupt Anemometerangaben von verschiedenen Orten aufeinander beziehen lassen. Die Vergleichung der Aufzeichnungen von Potsdam und Magdeburg ergab eine sehr befriedigende Konstanz des Verhältnisses der Jahresmittel (1,29), desgleichen Registrierungen von Brocken und Magdeburg während der drei Sommermonate (2,31). Daraus wurde für den Brockengipfel (Seehöhe 1140 m) eine jährliche Windgeschwindigkeit von rund 10 mps und, unter Berücksichtigung der Reibungshindernisse an der Erdoberfläche, für die Windgeschwindigkeit der freien Atmosphäre in Brockenhöhe 11 mps abgeleitet. Dieser Wert paßt gut zu den naturgemäß etwas höheren Angaben von Drachenaufstiegen in Hamburg; dagegen erscheint der für den Ben Nevis (Seehöhe 1340 m) an der schottischen Westküste gefundene Wert von 8,4 mps auffallend niedrig.

Die Studie über die Dauer der Niederschläge stützt sich auf die Aufzeichnungen des Potsdamer Observatoriums in den Jahren 1904—1913. Der Vortragende hatte schon früher die Sommerregen allein untersucht und nachgewiesen, daß die Ergebnisse einer Flachlandstation über Regendauer zur Charakteristik eines größeren Bezirks genügen. In Potsdam werden Zeit und Menge des Niederschlags mit einer außerordentlich empfindlichen Sprungschalen Laufgewichtswage gemessen. Von den durchschnittlich 590-zeitlich bestimmt abgrenzbaren Niederschlägen im Jahre liefern 24 % weniger als 0,05 mm Regenhöhe, so daß sie kurz als nicht meßbare Niederschläge bezeichnet werden können. Verglichen mit dem Sommer fällt im Winter nicht nur häufiger, sondern auch länger Niederschlag. Im Sommer hat $\frac{1}{4}$ aller Regenfälle nur eine Dauer bis zu einer Viertelstunde, im Winter sind die kurzen Niederschläge bis zu einer halben Stunde ungefähr gleich häufig. Die Gesamtdauer beträgt nach diesen Aufzeichnungen 707 Stunden im Jahr, während Schätzungen nach der sogenannten „Stichprobenmethode“ 973 Stunden ergeben hatten. Nach den Ausführungen des Vortragenden muß die letztere Zahl als wesentlich zu hoch angesehen werden.

Unter Beschränkung auf die wichtigsten Daten gab Herr Hellmann schließlich einen Überblick über die Entwicklungsgeschichte des meteorologischen Lehrbuchs. Den Ausgangspunkt bildete die Meteorologie des Aristoteles, welche bis in das 16. Jahrhundert hinein die meteorologischen Studien allein beherrschte. Nicht in der Urschrift, sondern durch lateinische Übersetzungen arabischer Kommentare kam die Meteorologie des Aristoteles nach Europa und wurde hier zahllos weiter kommentiert, in Deutschland zuerst von

Albertus Magnus. In der Folgezeit zeichneten sich namentlich die Franzosen durch fortschrittliche Neuerungen im Charakter des meteorologischen Lehrbuches aus, z. B. 1495 *Pierre d'Ailly* durch das erste selbständige Kompendium des *Aristoteles*, 1547 *Antoine Mizauld* durch Herausgabe des sehr anregend geschriebenen *Miroir de l'air* (zugleich das erste meteorologische Lehrbuch in einer modernen Sprache), 1774 *Louis Cotte* durch den auch Instrumente und Beobachtungsergebnisse behandelnden *Traité de météorologie*. Im 19. Jahrhundert waren es namentlich die Deutschen, welche durch ausgezeichnete und eingehende Lehrbücher (*Kämtz* 1836, *E. E. Schmid* 1860, *J. von Hann* 1901) die Forschung förderten.

In der Sitzung am 7. März legte der Vorsitzende Herr Prof. *Baschin* den gedruckten Jahresbericht über die Vereinsjahre 1914 und 1915 vor; er enthält als Anfang einen Aufsatz von Prof. *Kaßner* über den Einfluß Berlins als Großstadt auf die Schneeverhältnisse.

Den Vortrag des Abends hielt Herr Dr. *Nippoldt* (Potsdam) über die Prüfung der Frage nach der magnetischen Ausrichtung der Kirchenachsen. Einleitend wurde darauf hingewiesen, wie wichtig es für die Fortschritte der erdmagnetischen Forschung ist, die Säkularvariationen der Magnetisierung des festen Erdkörpers zu kennen. Hinsichtlich der Änderung der magnetischen Deklination im 15. bis 17. Jahrhundert stützt sich unser Wissen im wesentlichen auf wenige gelegentliche Angaben auf Sonnenuhren oder Karten von Seefahrern und Märkscheidern. Vor einigen Jahren hat nun Herr Ingenieur *Wehner* darauf hingewiesen, daß man in den vorigen Jahrhunderten zur Bestimmung der Ost-West-Achse von Kirchen vielfach den Kompaß benutzt haben werde, und daß man daher aus der Abweichung solcher Kirchenachsen gegen die wahre Nord-Süd-Richtung die magnetische Deklination zur Zeit des Kirchenbaues ableiten könne; Herr *Wehner* hat auch schon zahlreiche Kirchen vermessen und weitgehende Schlußfolgerungen daraus gezogen.

Es schien Herrn *Nippoldt* wünschenswert, die Brauchbarkeit und Sicherheit der *Wehnerschen* Methode nachzuprüfen. Zunächst bot sich ihm Gelegenheit, in Gemeinschaft mit dem Dozenten für Baukunst an der Technischen Hochschule in Charlottenburg, Herrn Prof. *Zeller*, drei im 10. Jahrhundert gebaute Kirchen am Harz, nämlich die Schloßkirche in Quedlinburg, die St.-Wiperti-Kirche in Quedlinburg und die St.-Cyriaki-Kirche in Gernrode, nachzumessen. Der Vortragende schilderte eingehend die Schwierigkeiten, welche sich der Gewinnung zuverlässiger Daten entgegenstellen (z. B. abweichende Achsenrichtungen verschiedener Teile derselben Kirche, schiefe Pfeilerstellung, Unsicherheit über die Zeit des Baubeginns). Das Ergebnis der Vermessung war, daß bei der Orientierung der Schloßkirche die örtlichen Verhältnisse und nicht die genaue Einhaltung der Ost-West-Richtung maßgebend gewesen sein müssen, daß aber bei den anderen beiden Kirchen ein etwas günstigeres Ergebnis zu verzeichnen ist, wenn auch noch keine genügend sicheren Daten zur Klärung der Frage gewonnen sind. Herr *Nippoldt* hält die weitere Verfolgung dieser Frage nicht für aussichtslos, wenn kunstgeschichtliche Forscher und Geophysiker zusammenwirken. Namentlich würde es lohnend sein, die im 17. und 18. Jahrhundert in den Kolonien gebauten Ordenskirchen auf ihre Orientierung hin zu untersuchen, da sich unter ihnen wahrscheinlich zahlreiche finden werden, die nicht astronomisch, sondern magnetisch ausgerichtet sind, und da wir aus

jener Zeit noch zu wenig Deklinationsbeobachtungen in außereuropäischen Ländern besitzen.

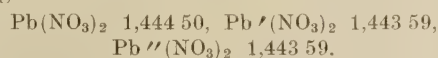
R. Süring.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Eine Methode zur relativen Atomgewichtsbestimmung der isotopen Elemente. Von *K. Fajans* und *M. Lemberg* (*Zeitschr. f. anorg. Chem.* 1916). Wie durch Untersuchungen mehrerer Autoren gezeigt worden ist, besitzt das aus radioaktiven Mineralien gewonnene Blei ein anderes Atomgewicht als gewöhnliches Blei, obwohl es von diesem weder in qualitativ-chemischer noch spektroskopischer Hinsicht zu unterscheiden ist. Das aus verschiedenen Uranmineralien erhaltene Blei wies Atomgewichte zwischen 206,0 und 206,9 auf, während das Atomgewicht des gewöhnlichen Bleies 207,2 beträgt. Diese Befunde werden auf Grund der Theorie der radioaktiven Umwandlungen und der Isotopentheorie folgendermaßen erklärt: in Uranmineralien entsteht durch langsame Zersetzung des Urans das stabile Uranblei mit dem Atomgewicht ca. 206,0, das vom gewöhnlichen Blei auf chemischem Wege nicht merklich trennbar ist. Enthält nun das Mineral auch primär abgeschiedenes gewöhnliches Blei mit dem Atomgewicht 207,2, so wird aus dem Mineral ein Gemisch der zwei Bleie, eine Bleiart mit einem mittleren zwischen 206,0 und 207,2 liegenden Atomgewicht gewonnen.

Man wird diese verschiedenen *Bleiarten*, wie überhaupt isotope Elemente, die keine merklichen radioaktiven Eigenschaften besitzen, nur durch Bestimmung des Atomgewichtes unterscheiden können oder mit Hilfe von Methoden, die den Unterschied der Atomgewichte ausnutzen. Ausgehend von Versuchen von *Fajans* und *Fischler* wurde eine derartige Methode ausgearbeitet: sie besteht in der Bestimmung der Dichte gesättigter Nitratlösungen der verschiedenen Bleiarten. Es wurden 3 Bleiarten benutzt, deren Atomgewichte seinerzeit von *Richards* und *Lemberg*¹⁾ auf direktem Wege bestimmt worden sind: gewöhnliches Blei ($Pb = 207,15$), Blei aus Carnotit ($Pb' = 206,59$) und Blei aus Pechblende ($Pb'' = 206,57$).

Für das spezifische Gewicht $d_4^{24,45}$ der bei 24,45° gesättigten Lösungen der Nitate dieser Bleiarten wurde gefunden:



Diese Resultate lassen sich leicht erklären, wenn man die sehr wahrscheinlichen Annahmen macht, daß in gleichen Raumteilen der betreffenden gesättigten Lösungen sowohl die Zahl der Molekeln der verschiedenen Bleinitrate als auch die des Wassers gleich ist: wegen des verschiedenen Molekulargewichtes der Nitate muß dann die in Gramm/Liter ausgedrückte Löslichkeit als auch das Gewicht gleicher Raumteile der Lösungen verschieden sein.

Aus dem Bleigehalt (1,617 Mol Pb /Liter) der Lösungen und den bekannten Atomgewichtsdifferenzen läßt sich der auf Grund dieser Annahmen zu erwartende Gewichtsunterschied zwischen einem bestimmten Volumen der Lösungen berechnen und mit dem aus der Dichtebestimmung folgenden vergleichen. Man erhält so für den Gewichtsunterschied von je 10 ccm

¹⁾ Diese Zeitschrift 2, S. 543, 1914.

zwischen $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ und $\text{Pb}'(\text{NO}_3)_2$

ber. 9,0 mg, gef. 9,1 mg

zwischen $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ und $\text{Pb}''(\text{NO}_3)_2$

ber. 9,3 mg, gef. 9,1 mg

Die berechneten und gefundenen Werte stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein, woraus folgt, daß die *Dichtebestimmung gesättigter Salzlösungen isotoper Elemente eine geeignete Methode zur Ermittlung ihrer relativen Atomgewichte bildet.*

Unter Heranziehung des theoretisch abgeleiteten Resultates, daß die Atomvolumina von Pb und Pb' bis auf ca. 10–3 % übereinstimmen, kann man weiterhin aus den obigen Versuchen folgern, daß die molare Zusammensetzung der gesättigten Lösungen von $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ und $\text{Pb}'(\text{NO}_3)_2$ höchstens um $\frac{7}{100} \frac{0}{00}$ differieren kann.

Man muß somit bei isotopen Elementen *zwei verschiedene Klassen von Eigenschaften* unterscheiden. Zu der einen gehören die qualitativ-chemischen Eigenschaften, das ultraviolette und sichtbare Spektrum, das Atomvolumen, die molare Löslichkeit, das Normalpotential usw. Diese Eigenschaften sind für alle Glieder einer Plejade mit sehr großer Annäherung gleich, sie sind für einen bestimmten Elemententypus charakteristisch, sie sind *Typuseigenschaften*. Sie erlauben nicht einzelne Elemente zu erkennen, sondern nur ihre Zugehörigkeit zu einem bestimmten chemischen Elemententypus festzustellen, z. B. zum Bleitypus (Pb), Thoriumtypus (Th) usw. Die andere Klasse bilden die radioaktiven Eigenschaften, das Atomgewicht, die Dichte im festen Zustande oder die Dichte der gesättigten Lösungen, die Löslichkeit in Grammen/Liter usw., die für jedes Glied einer Plejade und für jedes ihrer Gemische (für jede Bleiart, Thoriumart usw.) einen verschiedenen Wert haben. Das sind die *Arteigenschaften*. Auf Grund der Arteigenschaften ist eine weitergehende Differenzierung der Materie möglich als auf Grund der Typuseigenschaften. Autoreferat.

Bestimmt man an einer **photoelektrischen Zelle** mit einer Natrium-Kalium-Legierung bei Beleuchtung mit einer Quecksilberlampe durch ein Wratten-Blaufilter, dessen Durchlässigkeit sich von 4360 bis 4050 Å. E. erstreckt, die Stromspannungskurven für den normalen und den selektiven Effekt (A. L. Hughes, *Phil. Mag.* [6] 31, S. 100, 1916), so lassen sich die beiden durch Multiplikation des Stromes des normalen Effektes mit geeigneten Faktoren fast genau zur Deckung bringen. Bei einem Potential von 404 Volt war der selektive Effekt 25,9 mal größer als der normale. Setzt man ihr Verhältnis bei dieser Spannung gleich 1, so wächst es mit abnehmendem Potential an, um bei einem solchen von 1 Volt den Wert 2,07 zu erreichen. Die Versuche reichten noch nicht aus, um die Entscheidung darüber zu bringen, ob die geringen Unterschiede zwischen den beiden Kurven von einer etwas kleineren durchschnittlichen Geschwindigkeit der Elektronen des selektiven Effekts oder von dem Umstände herrühren, daß ein größerer Teil derselben in Richtungen ausgesandt wird, welche der Normalen zur Oberfläche näher liegen als beim normalen Effekt.

Um eine Beziehung zwischen der Emission der Thermionen und der Photoelektronen herzustellen, untersucht O. W. Richardson (*Phil. Mag.* [6] 31, S. 149, 1916) die **vollständige photoelektrische Emission**. Er versteht darunter die Emission von Elektronen durch das Licht, welches ein erhitzter Körper infolge seiner Erwärmung ausstrahlt, unter der Voraussetzung, daß sie durch die vollständige schwarze Strahlung erregt wird,

mit welcher der Körper bei der betreffenden Temperatur im Gleichgewicht ist. Aus einfachen thermodynamischen Betrachtungen ergibt sich, daß der vollständige photoelektrische Strom durch eine Gleichung derselben Form wie der Thermionenstrom, also durch $i = A \cdot T^2 \cdot e^{-b/T}$, dargestellt wird, in welcher T die absolute Temperatur und A , λ und b Konstanten sind. Weiterhin wurde gefunden, daß b , welches in enger Beziehung zu der Energie steht, die ein Elektron zum Verlassen der Oberfläche braucht, in beiden Fällen nicht sehr voneinander verschieden ist und wahrscheinlich denselben Wert hat; dasselbe gilt für λ . Beide Ströme müssen also bei allen Temperaturen in einem konstanten Verhältnis zueinander stehen. Der Proportionalitätsfaktor läßt sich für Platin berechnen, und zwar ergibt sich der photoelektrische Strom bei 2000° zu $2,1 \cdot 10^{-11}$ Amp/cm²; dagegen ist der Thermionenstrom bei derselben Temperatur experimentell zu $6 \cdot 10^{-4}$ Amp/cm² bestimmt und beträgt selbst im ungünstigsten Falle, bei gut oxydierten Drähten, noch 10^{-7} Amp/cm², ist also enorm viel größer. Es scheint demnach, als wenn der vollständige photoelektrische Strom nur einen sehr kleinen Bruchteil des Thermionenstromes beträgt. Allerdings ist das Resultat wegen verschiedener Annahmen, welche für die Rechnung eingeführt werden mußten, und wegen der Unsicherheit mehrerer numerischer Größen noch nicht ganz sicher.

Die **Ionisierung des Wasserstoffs** durch die charakteristischen Röntgenstrahlen des Kupfers und des Zinns ist außerordentlich gering. Das Verhältnis derselben zur Ionisierung der Luft durch dieselben Strahlen beträgt nur 0,0010 bzw. 0,0016 (G. Shearer, *Phil. Mag.* [6] 30, S. 644, 1915). Auch diese Zahlen stellen aber sicherlich obere Greuzwerte dar, da schon sehr geringe Mengen von Verunreinigungen, namentlich von dem leicht auftretenden Arsenwasserstoff, einen großen Einfluß auf die Ionisierung des Wasserstoffs ausüben. Da diese ferner mit abnehmender Wellenlänge der erregenden Strahlung zunehmen, so wird man annehmen müssen, daß tatsächlich zwischen den durch die beiden angegebenen X-Strahlen hervorgerufenen Ionisierungen kein Unterschied besteht. Das Anwachsen der Ionisierung mit abnehmender Wellenlänge ist, wenn es überhaupt besteht, jedenfalls sehr klein. Die geringe Ionisierung des reinen Wasserstoffs rührt nicht von einer besonders festen Bindung des Elektrons an den Kern her, sondern ist hauptsächlich durch den großen Unterschied zwischen den Wellenlängen der charakteristischen Strahlung des Wasserstoffs und der erregenden Strahlung bedingt. Aus der Bohrschen Theorie des Wasserstoffspektrums ergibt sich nämlich die größte mögliche Frequenz dieses Gases zu $3,26 \cdot 10^{15}$; auch die Extrapolation der bisherigen Ergebnisse der K-Strahlung führt auf einen Wert von derselben Größenordnung. Ebenso ergibt die Annahme, daß die bei der Ionisierung absorbierte Energie bei der Wiederanlagerung des Elektrons als charakteristische Strahlung ausgesandt wird, den Wert $3 \cdot 10^{15}$. Demgegenüber ist die Frequenz der Röntgenstrahlen des Kupfers 600- und die der X-Strahlen des Zinns sogar 2000 mal größer.

Über den **Zusammenhang zwischen Spektrum und Atomgewicht** hatten Runge und Precht das Gesetz aufgestellt, daß innerhalb derselben Gruppe des periodischen Systems der Logarithmus des Atomgewichts der Elemente proportional dem Logarithmus des Abstandes der Komponenten homologer Linienpaare ihrer

Spektren ist. Mittelst dieses Gesetzes berechnete sich das Atomgewicht des Radiums zu 257,8, ein Wert, der aber um 13 % von dem durch chemische Methoden erhaltenen Atomgewicht von 226,0 differiert. Ebenso ergaben sich auch Abweichungen bei anderen Gruppen, z. B. bei den Alkalimetallen, der Gruppe: Bor, Aluminium, Gallium, Indium, Thallium und der Gruppe: Zink, Cadmium, Quecksilber. Wie *H. E. Ives* und *O. Stuhlmann* (*Phys. Rev.* 5, S. 368, 1915) gefunden haben, verschwinden diese Abweichungen bei den angegebenen drei Gruppen vollständig, wenn man statt des Atomgewichts die Atomnummern einführt (Anzahl der Elementarladungen des positiven Kernes). Bei der Gruppe der Erdalkalien bleiben aber auch in diesem Falle noch gewisse Differenzen bestehen. So müßte man dem Magnesium die Atomnummer 12 (statt 13) beilegen, damit es sich der Proportionalität zwischen Logarithmus des Linienabstandes und Logarithmus der Atomnummer einordnet. Ferner ergibt sich auf diesem Wege für Radium die Atomnummer 96 an Stelle des Wertes 88, der sonst erhalten wird.

Die Untersuchungen über die **Abhängigkeit der Beweglichkeit der Ionen in der Luft vom Druck** hatten bei großen Werten desselben bisher zu widersprechenden Resultaten geführt; nach einigen war die Beweglichkeit umgekehrt proportional zum Druck, nach anderen nahm sie dagegen langsamer ab, als dem Gesetz der umgekehrten Proportionalität entsprach. Neuere Versuche von *J. C. McLennan* und *D. A. Keys* (*Phil. Mag.* [6] 30, S. 984, 1915) zwischen 66,86 und 181,5 Atmosphären brachten das Ergebnis, daß jenes Gesetz nur bei niedrigen Drucken erfüllt wird, während bei höheren Drucken tatsächlich die erwähnten Abweichungen auftreten. Für die Beweglichkeiten v_+ und v_- der positiven und negativen Ionen fanden sie bei 66,86 Atmosphären $v_+ = 19,70 \cdot 10^{-3}$, $v_- = 28,30 \cdot 10^{-3}$ und bei 181,5 Atmosphären $v_+ = 9,11 \cdot 10^{-3}$ und $v_- = 11,97 \cdot 10^{-3}$ cm/sec.: Volt/cm. Das Verhältnis v_-/v_+ nimmt dabei von 1,43 auf 1,31 ab, so daß sich also die Beweglichkeiten der beiden Ionenarten bei großen Drucken einander nähern.

Eine Reihe neuerer Versuche scheint darauf hinzuweisen, daß die Erscheinung der Photoelektrizität durch die Anwesenheit okkludierter oder absorbierter Gase in den betreffenden Metallen bedingt ist. Zu analogen Resultaten haben auch Versuche von *J. C. McLennan* und *C. G. Foud* (*Phil. Mag.* [6] 30, S. 491, 1915) über die Emission von **Deltastrahlen von Zink** unter dem Einfluß von Alphastrahlen geführt. Wurde auf einer Zinkplatte im hohen Vakuum Zinkdampf niedergeschlagen, so löste das Auftreffen von Alphateilchen auf die so gebildete Zinkoberfläche keine langsamen Elektronen (Deltastrahlen) aus. Dies trat erst allmählich im Laufe der Zeit ein, in dem Maße, als Luft von dem Zink absorbiert wurde. Brachte man dagegen ein Zinkblech mit frisch geschabter Oberfläche, das also sicherlich Luft enthielt, in ein hoch evakuiertes Gefäß und ließ Alphastrahlen auf das Metall fallen, so wurden für jedes auftreffende Alphateilchen drei Elektronen emittiert. Dieser Betrag nahm im Laufe der Zeit infolge der Abgabe von Luft ab, wodurch die Ermüdung des Zinks bewirkt wird.

Während in Gasen von Atmosphärendruck im allgemeinen nur positive und negative Ionen beobachtet werden können, treten in sehr sorgfältig gereinigtem Stickstoff, Argon und Helium auch **freie Elektronen** auf, wie *Franck* schon 1909 gefunden hatte. Ihre Geschwindigkeit beträgt in Stickstoff 367 cm/sec.: Volt/

cm, ausnahmsweise wurden auch solche von 438 und 509 cm/sec.: Volt/cm festgestellt. In sehr reinem Wasserstoff lassen sich gleichfalls freie Elektronen mit einer Beweglichkeit von 170 cm/sec.: Volt/cm beobachten. Schon sehr geringe Mengen von Verunreinigungen verhindern beim Stickstoff die Bildung freier Elektronen, besonders wirksam sind in dieser Beziehung Chlor, schweflige Säure, Stickstoffoxyde, Schwefelkohlenstoff und Chloroform. während der Einfluß von Sauerstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Acetylen, Methan, Äther, Kohlensäure und Wasserstoff viel geringer ist (*W. B. Haines, Phil. Mag.* [6] 30, S. 503, 1915).
G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Über die **katalytische Synthese der Ameisensäure unter Druck** haben *G. Bredig* und *S. R. Carter* interessante Versuche angestellt. Um Kohlensäure und Bikarbonate zu Ameisensäure und ihren Salzen zu reduzieren, mußten bisher stets Reduktionsmittel von höherem Reduktionspotential als Wasserstoff angewandt werden, so z. B. Alkalimetalle, ihre Hydride oder Amalgame, oder elektrolytisch naszierender Wasserstoff von hohem Kathodenpotential. Es ist ja bekannt, daß freie Ameisensäure instabil ist und in Gegenwart von Platinmetallen und anderen Katalysatoren freiwillig in Kohlendioxyd und Wasserstoff zu zerfallen sucht. Versuche von *Kleinstück* und von *Wieland*, Alkalikarbonat bzw. eine Lösung von Kohlensäure in Wasser bei Gegenwart von Palladium mit Wasserstoff von gewöhnlichem Druck bzw. von geringem Überdruck zu reduzieren, hatten denn auch ein negatives Ergebnis. *Bredig* und *Carter* ist es nun gelungen, durch Einwirkung von Wasserstoff unter hohem Druck (bis zu 60 at) auf Bikarbonate oder durch Einwirkung eines Gemisches von Wasserstoff und Kohlendioxyd auf Karbonate oder Salze anderer schwacher Säuren in Gegenwart von Wasser und eines Katalysators, wie z. B. Palladiummohr, erhebliche Mengen von ameisen-sauren Salzen darzustellen. Kaliumbikarbonatlösung lieferte weit bessere Ausbeuten an Formiat als eine äquivalente Menge Sodalösung, was auf die Wirkung des Kohlensäure-Partialdruckes zurückzuführen ist. Zur Ausführung der Versuche diente eine innen versilberte Bombe mit Rührwerk, die die Lösung des Karbonats (10 g in 200 ccm Wasser) und 1,5 g des Katalysators enthielt und in die das Gas bei 70° C und unter einem Druck von 30–60 at eingepreßt wurde. Die gebildete Ameisensäure wurde titrimetrisch bestimmt. Die Ausbeute an Formiat erreichte bei Kaliumbikarbonat bis zu 75 %, bei einem Versuche mit Calciumcarbonat sogar 100 % der theoretischen Ausbeute. Die Versuche bilden die Grundlage eines technischen Verfahrens zur Gewinnung von Ameisensäure und ihren Salzen, das unter D. R. P. 283 895 geschützt ist. (*Berichte d. D. Chem. Gesellsch.* Bd. 47, S. 541–545.)

Über die **elektrochemische Oxydation des Ammoniaks** hat *G. Oesterheld* eingehende Untersuchungen angestellt. Bisher sind bei der Oxydation des Ammoniaks nur Nitrit, bzw. Stickstoff, und Nitrat beobachtet worden, aber nicht die zahlreichen anderen Zwischenprodukte, die man bei der Reduktion der Salpetersäure und der aromatischen Nitrokörper erhält. Dies ist darauf zurückzuführen, daß diese Zwischenprodukte auch gegenüber elektrolytischem Sauerstoff außerordentlich unbeständig sind und daher nur unter besonderen Bedingungen nachgewiesen werden können. *Fichter* beobachtete vor einigen Jahren zuerst das Auftreten von Stickoxydul und sprach auf Grund dieser Beobachtung die Vermutung

aus, daß die elektrolytische Oxydation des Ammoniaks über verschiedene Zwischenstufen vor sich geht. Um die Richtigkeit dieser Vermutung zu beweisen, hat Verfasser die bei der Elektrolyse einer gesättigten ammoniakalischen Ammonkarbonatlösung entstehenden Anodenprodukte in ihrer Abhängigkeit von Anodenmaterial, Ammoniakkonzentration, Temperatur und Stromdichte eingehend untersucht. Das Auftreten von Stickoxydul konnte mit Sicherheit nachgewiesen werden, indem das Gas mit Hilfe von flüssiger Luft als weißer Schnee abgeschieden und nach dem Wiederverdampfen gasanalytisch bestimmt wurde. Die Versuche mit verschiedenen Anoden zeigten, daß Platin die beste Ausbeute an Stickoxydul gibt und erst nach längerer Zeit etwas angegriffen wird; Palladium, Eisen und Achesongraphit geben weniger gute Resultate. Im übrigen gibt Verfasser folgende Zusammenfassung seiner Versuchsergebnisse: Der Verlauf der Oxydation der als Zwischenprodukte vermuteten Verbindungen, Hydroxylamin, Hyponitrose und Nitrit, wird unter gleichzeitiger Messung der dabei herrschenden Anodenpotentiale ermittelt, und ebenso der Einfluß der Ammoniakkonzentration auf das Anodenpotential festgestellt. Aus den Potentialmessungen wird die Beständigkeit der verschiedenen Oxydationszwischenstufen diskutiert und gezeigt, daß der erste Angriff der Ammoniakmolekel von allen Anodenvorgängen das höchste Potential verlangt und daß nur bei geeigneten Verhältnissen von Konzentration, Stromdichte und Temperatur die Bildung von Ammonnitrat als Endprodukt unterdrückt werden kann. Aus den analytischen Bestimmungen und elektrischen Messungen wird ein Schema der anodischen Oxydation des Ammoniaks aufgestellt, das die aufeinanderfolgenden Stufen: Ammoniak, Hydroxylamin, Nitroxyl bzw. Ammoniumhyponitrit, Ammoniumnitrit und Ammoniumnitrat, enthält und über die als Nebenreaktionen auftretenden Gase Stickoxydul und Stickstoff Rechenschaft ablegt. (*Zeitschr. f. anorgan. Chemie* Bd. 86, S. 105 bis 142.)

Über die Synthese von 100 prozentigem Wasserstoffsuperoxyd mit Hilfe der stillen elektrischen Entladung hat P. M. Wolf eingehende Untersuchungen ausgeführt, die bezweckten, eine weitere Stütze zu bringen für die Annahme, daß bei der Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff nicht unmittelbar Wasser, sondern primär Wasserstoffsuperoxyd gebildet wird. Die Bildung dieses Körpers aus seinen Elementen ist ein exothermer Vorgang, der nach der Gleichung: $H_2 + O_2 = H_2O_2 + 46\,840 \text{ cal}$ verläuft. Unter normalen Bedingungen findet die Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff (Knallgas) mit großer Heftigkeit und Geschwindigkeit statt; man erhält hierbei stets Wasser, da die bei der Reaktion erzeugte Wärme so groß ist, daß das primär gebildete Wasserstoffsuperoxyd zerfällt. Will man Wasserstoffsuperoxyd erhalten, so muß man also die starke Wärmeentwicklung vermeiden, indem man ein *unexplosives* Knallgas verwendet. Dieses erhält man auf 3 Wegen: Entweder man arbeitet mit vermindertem Druck oder man verwendet solche Wasserstoff-Sauerstoff-Gemische, die außerhalb der Explosionsgrenze liegen, oder aber man verdünnt das Knallgas mit anderen Gasen, wie Argon oder Kohlensäure. Alle 3 Wege hat Verfasser versucht und dabei die stille elektrische Entladung als Katalysator verwendet. Zunächst mußte festgestellt werden, bei welchem Druck

Knallgas nicht mehr explodiert, da hierüber noch keine Angaben vorlagen. Die Explosionsgrenze wurde zu 146 mm (bei 0°) ermittelt. Das durch Elektrolyse von Kalilauge entwickelte Knallgas wurde in einem mit flüssiger Luft gekühlten U-Rohr der Einwirkung der stillen elektrischen Entladung ausgesetzt. Bei einem Druck von 25 mm Quecksilber betrug die Ausbeute an Wasserstoffsuperoxyd im günstigsten Falle etwa 17 % der Theorie. Zu den Versuchen mit Gasgemischen, die außerhalb der Explosionsgrenze liegen, war es ferner erforderlich, die Explosionsgrenzen von Wasserstoff-Sauerstoff-Gemischen genau zu ermitteln. Verfasser fand als untere Grenze 5,45 Volumprozent und als obere Grenze 94,7 Volumprozent Wasserstoff. Es zeigte sich, daß bei Überschuß von Wasserstoff viel mehr Wasserstoffsuperoxyd gebildet wird als bei Überschuß von Sauerstoff; aus diesem Grunde wurden die Versuche mit einem aus 97 % Wasserstoff und 3 % Sauerstoff bestehenden Gasgemisch, das nach vorstehenden Ermittlungen nicht mehr explodiert, fortgesetzt. Dabei ergab sich, daß die Ausbeute an Wasserstoffsuperoxyd um so besser wurde, je tiefer die Temperatur der Entladungsröhre gehalten wurde. Bei Kühlung mit flüssiger Luft und bei einer Durchströmungsgeschwindigkeit von $\frac{1}{3}$ Liter in der Stunde wurden Ausbeuten von 60–87 % erzielt. Der Rest des Sauerstoffs wurde teils in Ozon verwandelt, teils zu Wasser reduziert. Nach diesen Vorversuchen wurde der Einfluß einzelner Versuchsbedingungen untersucht, wobei sich folgendes ergab. Die günstigste Stromstärke, mit der das Induktorium zu betreiben ist, beträgt 4,6 Amp.; die günstigste Gasgeschwindigkeit wurde zu 0,4 l/Std. ermittelt. Bei Verwendung von feuchtem Gas stieg die Ausbeute um etwa 8 %; die günstigste Sauerstoffkonzentration im Gasgemisch betrug 3,5 %. Unter Anwendung dieser Optima wurden nun nochmals Versuche bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Um eine Kondensation des zugleich entstehenden Ozons zu vermeiden, wurde nun das Entladungsrohr nicht mehr durch flüssige Luft, sondern mit Alkohol auf nur – 80° gekühlt. Auf diese Weise ließen sich Ausbeuten bis zu 99,9 % in bezug auf die Ausnutzung des Sauerstoffs erreichen und ebenso hoch war die Konzentration der erhaltenen Wasserstoffsuperoxydlösung. Da der durch Elektrolyse von Kalilauge gewonnene Wasserstoff nicht ganz frei von Sauerstoff war, wurde bei diesen Versuchen der Wasserstoff aus Aluminium und Natronlauge im Kippchen Apparat hergestellt und durch Überleiten über glühenden Platinasbest von den letzten Resten Sauerstoff befreit. Der so gereinigte Wasserstoff wurde dann mit einer genau gemessenen Menge Knallgas vermischt, bis der gewünschte Sauerstoffgehalt erreicht war. Wenn man dem Knallgas, um Explosion zu verhüten, Kohlensäure zusetzt, sind die Ausbeuten an Wasserstoffsuperoxyd sehr gering, dagegen wird viel Ozon gebildet. Schließlich wurde noch versucht, eine Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasserstoffsuperoxyd herbeizuführen, indem das unexplosive Gasgemisch gegen eine glühende Drahtspirale geleitet wurde; hierbei entstand jedoch nur sehr wenig Wasserstoffsuperoxyd. — Durch die Versuche wirdargetan, daß die Wasserbildung bei der Vereinigung von Knallgas über Wasserstoffsuperoxyd geht und daß es möglich ist, dieses Zwischenprodukt quantitativ zu gewinnen und zu konservieren. (*Zeitschr. f. Elektrochemie*, Bd. 20, S. 204 bis 219.)

A. Sander, Darmstadt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 14.

7. April 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Ernst Machs Lebenswerk. Von *Prof. Dr. Fella Auerbach, Jena.* S. 177.

Individuen und Individualstoffe. Von *Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem.* S. 183.

Botanische Mitteilungen. S. 187—190.

Die Funktion des Milchsafftes. Das Vorkommen von Pflanzentumoren erzeugenden Bakterien im kranken Menschen. Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit. Die *Crataegomespili* von Bronvaux. *Oenothera gigas nanella*, a Mendelian mutant. Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die mutierenden *Oenotheren*. Vergleichende Züchtung von Pflanzen auf Muschelkalk und Sand.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 190.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, März 1916. S. 191.

Archiv für Elektrotechnik, 1916, Bd. IV, H. 3 u. 4. S. 191, 192.

Geographische Zeitschrift, Februar 1916. S. 192.

Archiv für Protistenkunde, 1916, Bd. 36, H. 2. S. 192.

Für

chemische und elektrochemische Industrie

Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,
günstige Produktionsbedingungen,
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-
sorgungsgebiet der Sächsischen
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft
im Südwesten des
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen

Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen

Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

Verlag von Julius Springer in Berlin

Unentbehrlich für alle Betriebe mit elektr. Anlagen!

Soeben erschien

die siebente, umgearbeitete und erweiterte Auflage von

Herstellen und Instandhalten elektrischer Licht- u. Kraftanlagen

Ein Leitfaden auch für Nichttechniker

unter Mitwirkung von

Gottlob Lux und **Dr. C. Michalke**

verfaßt und herausgegeben

von

S. Freiherr v. Gaisberg

Mit 55 Abbildungen im Text

In Leinwand gebunden Preis M. 2.60

Soeben erschien:

Die Maschinenlehre der elektrischen Zugförderung

Eine Einführung für Studierende und Ingenieure

von

Dr. W. Kummer

Ingenieur, Professor an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich

Mit 108 Abbildungen im Text

In Leinwand gebunden Preis M. 6.80

Inhaltsverzeichnis:

Erstes Kapitel

Der Kraftbedarf am Radumfang

Die Zugkraft am Radumfang
Eigenart der Zugkraft verschiedener Bahnmotoren
Beschleunigungslinien und maximale Anfahr-
effekte
Beschleunigungsmittelwerte und maximale Anfahr-
zugkräfte
Der Widerstand der rotierenden Massen
Arbeitsverhältnisse der treibenden und der
getriebenen Achsen
Die Energierückgewinnung bei Talfahrt und Bremsung

Zweites Kapitel

Die Kraftübertragung zwischen Motor u. Triebachse

Bemessung der Triebachsenzugkraft
Triebachsenzugkraft, Fahrgeschwindigkeit und
Motorgröße
Ausbildung der hauptsächlichsten Bauarten von
Bahnmotoren und Triebwerken
Die Triebwerksbeanspruchungen bei verschiedenen
Antriebsanordnungen
Die Energieverluste im Triebwerk
Die Anwendungsgebiete der verschiedenen Antriebs-
anordnungen

Drittes Kapitel

Die elektrischen Bahnmotoren

Die Arbeitsweise der Seriomotoren für Gleich-
strom und Wechselstrom
Die Arbeitsweise der Repulsionsmotoren für
Wechselstrom
Die Arbeitsweise der Induktionsmotoren für Dreh-
strom, insbesondere bei Stufenregelung der
Geschwindigkeit
Leistungsfähigkeit und Leistungsbezeichnung der
elektrischen Bahnmotoren
Die Stromwendung der Kommutator-Bahnmotoren
Die Stromart der Bahnmotoren und die Adhäsions-
verhältnisse der Fahrzeuge

Viertes Kapitel

Lauffähigkeit und Gewichtsverhältnisse der Lokomotiven und Motorwagen

Anforderungen an das Laufwerk der Fahrzeuge
Die normalen Gewichtsverhältnisse elektrischer
Fahrzeuge
Die besondern Gewichtsverhältnisse der Akku-
mulatoren-Fahrzeuge

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

7. April 1916.

Heft 14.

Ernst Machs Lebenswerk.

Von Prof. Dr. Felix Auerbach, Jena.

In der Prima des Gymnasiums sagte uns eines schönen Tages der Lehrer des Französischen mit großer Ernsthaftigkeit: Meine jungen Freunde, wenn Ihnen jemand sagt, er habe eine gute französische Aussprache, dann seien Sie nur recht mißtrauisch; denn wer das sagt, hat gewöhnlich eine sehr schlechte Aussprache; aber sehen Sie, ich habe eine sehr gute.

An diesen Ausspruch, dessen Komik dem Urheber erst zum Bewußtsein kam, als er das Lächeln auf den Gesichtern seiner Schüler wahrnahm, habe ich seitdem jedesmal denken müssen, wenn ich ein philosophisches Buch las, in dessen Eingänge der Verfasser sich als Feind jeder Metaphysik bekannte, und in dessen Fortgange er sich selbst als Metaphysiker und manchmal als der schlimmsten einer erwies.

In der Tat, mit der Metaphysik, dieser bestgehaßten und doch alle hochstrebenden Denker in ihren Bann ziehenden Wissenschaft, hat es eine eigene Bewandnis. Wenn du dich frei von ihr halten willst, rate ich dir zu dem einzigen Mittel, das wirklich probat ist: halte den Mund! Denn wenn du erst einmal zu reden anfängst, ist es schon vorbei. Am schlimmsten aber ist es, wenn du erklärst, du seiest ein Feind der Metaphysik, und wenn du diese Feindschaft alsdann eingehend begründest; denn ich wette zehn gegen eins, daß man dir am Schlusse nachweisen wird, du seiest erst recht ein Metaphysiker.

So ist es auch dem ausgezeichneten Manne ergangen, der kürzlich in jenes Reich hinübergegangen ist, wo es gar keine Physik mehr, sondern nur noch Metaphysik gibt, der aber zeitlebens den Kampf gegen die Metaphysik geführt hat mit dem Ergebnis, daß man ihm nun von beiden Seiten, von der naturwissenschaftlichen wie von der philosophischen her, seinen Metaphysizismus vorwirft: *Ernst Mach*¹⁾.

Andere große Naturforscher, wie *Newton* und *Kirchhoff*, haben die Gefahr erkannt oder geahnt, sie haben sich mit der Aufstellung des unbedingt notwendigen Satzes begnügt, dann aber an der

¹⁾ Geboren am 18. Februar 1838 zu Turas in Böhmen als Sohn eines ideal und weltfremd angelegten Pädagogen und einer künstlerisch begabten Mutter, studierte *Mach* in Wien Naturwissenschaften, habilitierte sich 1861 für Physik, wurde 1864 Professor in Graz, 1867 in Prag, wo er 28 Jahre blieb; 1895 erhielt er die Wiener Lehrkanzel für induktive Philosophie, erlitt aber schon 1898 einen Schlaganfall mit einseitiger Lähmung; er zog dann nach Haar bei München, wo er in völliger Geistesfrische lebte, bis ihn am 22. Februar 1916 der Tod ereilte.

kritischen Stelle zu reden aufgehört und zu schweigen angefangen. *Mach* hat sich in die Gefahr begeben und ist — nun, es wäre weitaus zu viel gesagt: darin umgekommen. Aber in eine befriedigende Lage hat er sich nicht gebracht; und jetzt, nach seinem Tode, wird man wahrscheinlich noch unbarmherziger als bisher schon sein System zerpfücken und dessen Grundlagen erschüttern. O, si tacuisses, Antimetaphysicus mansisses! Und doch wird keiner seiner Freunde und kaum jemand seiner Gegner wünschen, er hätte geschwiegen. Denn er hat, ob metaphysisch oder nicht, außergewöhnlich befruchtend und reinigend, erhebend und vertiefend gewirkt; und nicht eine seiner Schriften, obwohl er vielfach das gleiche in veränderter Form sagt, möchte man missen.

Zahlreiche Männer, besonders der neueren und neuesten Zeit, sind zur Philosophie auf einem Umwege gekommen, die meisten von der Biologie und Medizin, wie *Lotze* und *Wundt*, einige wenige von der Physik und Chemie, wie *Fechner* und *Ostwald*. Bei *Mach* liegt die Sache wesentlich anders. Obgleich er Physik studiert hat und ein Menschenalter hindurch Professor der Physik war, ist er doch von vornherein und schon in so jungen Jahren Philosoph gewesen, daß man versucht ist zu sagen, er sei als solcher geboren. Darum ist er auch völlig naiv an die Grundfragen der Erkenntnis herangegangen, und diese Naivität wird von denen, die den Hauptwert auf die Schule, sei es die historische oder die systematische, legen, begreiflicherweise verspottet. Ganz mit Unrecht; denn nirgendwo vermag gerade in dem Maße wie hier die Naivität, natürlich gepaart mit scharfem Verstande, das Höchste zu leisten. Für den Geschichtsschreiber, der doch nicht anders kann als schulgerecht zu systematisieren, entsteht freilich eine Schwierigkeit: er muß nachträglich die geheimen Fäden ausfindig machen, die den Denker mit seinen Vorgängern und Zeitgenossen verknüpfen, und die bei einem Schulphilosophen gewöhnlich ganz offen zutage treten.

In der modernen Physik und Chemie spielt die Konstruktion von Modellen, wie man weiß, eine große Rolle, in neuester Zeit ganz besonders die von Atommodellen; und man staunt, was für komplizierte Gebilde, dank den chemischen, mechanischen und elektrischen Mannigfaltigkeiten, sich da schon in den einfachsten Fällen ergeben. Es wäre sehr interessant, einmal ein derartiges Modell der erkenntnistheoretischen Systeme herzustellen, mit Berücksichtigung ihrer Valenzen, Bindungen und ihrer engeren oder weiteren Ver-

wandtschaft. Und am schwersten wären dabei Männer wie *Mach* einzuordnen, eben weil sie keine gelehrigen Schüler, sondern naive Meister sind. Hat sich doch *Mach* selbst erst in späteren Jahren klarmachen müssen, wer etwa auf seine Ahnentafel gehört; und die meisten von denen, die man im ersten Augenblicke da unterbringen möchte, wird man schließlich doch lieber wieder streichen. *Berkeley*, *Hume* und *Conte* gehören vielleicht dahin; und wenn wir von den Vorfahren zu den Zeitgenossen aufsteigen, so mögen ihm *Laas*, *Avenarius*, *Schuppe*, *Petzold* und *Ziehen* nahestehen. Noch schwieriger als die persönliche ist die sachliche Nomenklatur, ist die Feststellung des Namens, den die Machsche Erkenntnistheorie verdient. *Mach* selbst hat sich bescheiden zurückgehalten, und jedes von anderer, sei es befreundeter oder gegnerischer Seite hingeworfene Schlagwort hat sofort die Behauptung wachgerufen, das sei Mißverständnis, in Wahrheit handle es sich um ganz etwas anderes. So ist denn *Machs* Erkenntnistheorie der Reihe nach als Phänomenalismus, als Positivismus, als Pansensualismus, als Psychomonismus, als Immanenzphilosophie, als Empiriekritizismus oder als Pragmatismus feinerer Art bezeichnet worden, ohne daß auch nur einer dieser Namen der Sache völlig gerecht würde. Lassen wir also jene auf sich beruhen und treten wir dieser selbst näher!

Die Machsche Lehre hat zwei Wurzeln, die man zunächst getrennt voneinander betrachten muß. Die eine ist die These von der Ökonomie des Denkens. Um sie in vollem Umfange zu erfassen, müßte man weiter ausholen, als der hier verfügbare Raum erlaubt; aber eine Andeutung muß gemacht werden.

Was ist denn der Sinn der Wissenschaft? Nun, da gibt es eine sehr alte, sehr verbreitete, sehr anspruchsvolle und dabei doch sehr triviale Antwort: Die Wissenschaft soll die Wahrheit ermitteln. Aber was ist denn Wahrheit? Ist die äußere Wahrheit der Tatsachen oder die innere ihres Sinnes und Zusammenhanges gemeint? Handelt es sich um die Wahrheit, nach der der Famulus Wagner oder die, nach der sein Herr und Meister strebt? Und woran soll man denn endgültig prüfen, ob man die Wahrheit gefunden hat, an ihr selbst oder wieder an den Tatsachen? Und gibt es überhaupt eine absolute Wahrheit? Begnügt man sich mit der äußeren Wahrheit, die aus Millionen Einzelwahrheiten besteht, so muß man bei der Detailbeschreibung stehen bleiben, wie der Entomologe alten Stils, man verrichtet Katalogarbeit. Will man die innere, einheitliche und in sich geschlossene Wahrheit gewinnen, so muß man den Zusammenhang der Dinge finden, man muß sie aus einander erklären und braucht dazu metaphysische Prinzipien, von denen das der Kausalität nur eines von vielen möglichen ist. Das erstere Verfahren erweist sich als unbefriedigend, das andere als undurchführbar. Aber es gibt einen Mittelweg, der die Beschränktheit des

ersten Weges beseitigt und doch die Gefahren des anderen vermeidet. Keine Erklärung, sondern Beschreibung; aber Beschreibung in bestimmter Weise, nämlich mit der größten, unbeschadet der Vollständigkeit, erreichbaren Einfachheit. Das ist die These *Kirchhoffs*, des großen Physikers. Er hat den kühnen Satz — denn in der Entsagung liegt die größte Kühnheit — ausgesprochen und dann — — — geschwiegen; seine Erkenntnistheorie liegt zwischen den Zeilen seiner theoretischen Physik; dieses Verfahren hat ihn davor bewahrt, Metaphysiker zu werden, zu dem er übrigens auch durchaus nicht geschaffen war. Andere haben nicht geschwiegen, sondern geredet; und unter diesen am deutlichsten und entschiedensten *Mach* (denn *Avenarius*, der so anfang, ist später über die These hinausgewachsen). Es gibt in der Physik ein Prinzip, das unter den verschiedensten, meist sehr unpassenden Namen bekannt geworden ist: das Prinzip des kleinsten Kraftmaßes. Nur richtig verstanden und auf sein eigenstes Gebiet beschränkt, garantiert es den Erfolg, während es andernfalls geradezu auf Irrwege führen kann; das Beispiel des angeblich kürzesten Lichtweges, der tatsächlich unter bestimmten Bedingungen durch den längsten ersetzt wird, genügt, um das zu veranschaulichen. Jetzt also soll das Prinzip auf die geistigen Vorgänge angewendet werden: wissenschaftliche Erkenntnis ist Ökonomie des Denkens; damit wird das Prinzip zu gleicher Zeit Grundlage, Methode und Ziel der Erkenntnis.

Die These der Einfachheit tritt zuerst bei *Occam* auf, der vielleicht als Erster die Philosophie auf eine von der Theologie unabhängige Basis stellte; sie feiert alsdann Triumphe bei *Kopernikus* (dessen Sonnensystem gegenüber dem Ptolemäischen keinen andern Vorzug hat als den der Einfachheit), *Galilei* und *Newton*. Einen größeren Fortschritt der exakten Wissenschaft hat es nie gegeben als den, den *Newton* machte, als er das Gravitationsgesetz aufstellte; denn mit den denkbar geringsten Mitteln leistet es das Höchste und Mannigfaltigste. Ein Gegenbeispiel bietet desselben *Newton* Optik: die Emissionstheorie führte mit der Zeit zu immer größeren Verwickelungen und mußte schließlich der Undulationstheorie als der weitaus einfacheren weichen, ebenso wie dann später die Elastizitätsoptik der elektromagnetischen *Maxwells*. Die *Maxwellschen* Feldgleichungen sind ein zweiter Hochtriumph der allumfassenden Einfachheit. Was bei diesen reinen Physikern gelegentlich und instinktiv auftritt, gestaltet *Mach*, angeregt durch seinen Verkehr mit dem Nationalökonom *Herrmann*, zum bewußten System: die Wissenschaft als eine Art von Minimum-Aufgabe, darin bestehend, die Tatsachen mit dem kleinsten Gedankenaufwande und doch vollständig darzustellen. Das älteste und verbreitetste Mittel zur Ökonomie des Denkens ist bekanntlich die Sprache; ja, man kann sagen, daß die Sprache das Denken überhaupt erst

ermöglicht hat in dem Sinne einer Zusammenfassung, Ersparung und Nutzbarmachung von Erfahrungen. Aber die Wortsprache hat ihre Mängel, Tücken und Grenzen, und da tritt als höchstes die mathematische Formelsprache auf, die alles, was das Attribut einer Quantität hat, und, insoweit sich auch jede Qualität auf Quantität zurückführen läßt, schließlich überhaupt alles umspannt. Hat doch schon *Laplace* in dem Gedanken an die allgemeine Weltformel geschwelgt, und seitdem sind die Möglichkeiten noch wesentlich angereichert worden durch die Ansätze zu einer allgemeinen Begriffsschrift.

Kurz ausgedrückt: Wissenschaft ist ökonomisch geordnete Erfahrung.

Um es noch anders herauszuschälen: Die Wissenschaft ist praktisch-biologischem Bedürfnis entsprungen, der Erhaltung und Ausgestaltung des Lebens nach außen und innen, der Beherrschung der Natur, der Vertiefung des Glücksgefühls; man kann in diesem Sinne von einem erkenntnistheoretischen Biologismus reden. Gedanken und Erkenntnisfunktionen sind nichts Abstraktes für sich, sondern Lebensfunktionen. Demgemäß entsteht die Wissenschaft durch einen Anpassungsprozeß der Gedanken an ein bestimmtes Erfahrungsgebiet. Die Abbildung der Tatsachen in Gedanken oder die Anpassung der Gedanken an die Tatsachen ermöglicht es dem Denken, teilweise beobachtete Tatsachen gedanklich zu ergänzen, soweit die Ergänzung durch den beobachteten Teil bestimmt ist. Dazu kommt dann weiter eine Anpassung der Gedanken aneinander; und bei alledem wird das Ergebnis naturgemäß immer einfacher und einheitlicher, und trotzdem wird es eine Theorie, nur nicht im Sinne einer kausalen Erklärung, sondern einer Denkökonomie. Deshalb sind auch alle hypothetischen Denkutaten, die die Einfachheit nur stören würden, zu eliminieren, was natürlich nicht hindert, sie als praktische Abkürzungen für empirische Zusammenhänge einzuführen. Man wird also von Kraft reden, damit aber nur einen Zusammenhang von Masse und Beschleunigung verstehen und keine „Ursache“. Ursache und damit auch Kraft im ursächlichen Sinne sind überflüssige und zugleich gefährliche Begriffe, da sie dem Fetischismus dienen; an ihre Stelle tritt der wechselseitige und darum weitaus vorzüglichere Funktionsbegriff; die Einseitigkeit wird ja ohnehin schon durch die Zeit hergestellt.

Sehr interessant ist auch der Zusammenhang dieser geistigen Anpassungs- und Entwicklungslehre mit der physischen, von *Darwin* eingeführten, durch die *Mach* sich ausgesprochenenmaßen in hohem Grade angeregt fühlte. Und wie diese auf die objektive, so muß die Machsche auf die subjektive Gestaltung des Weltbildes von unwälzendem Einflusse sein.

Man kann das Machsche Prinzip als eine Befreiung von unnötigen und verwirrenden metaphysischen Begriffen und Ideen in den Himmel erheben und doch zugeben, daß eine Befreiung von

der Metaphysik überhaupt damit nicht erzielt wird. Wer über solche Dinge redet, kann eben nicht Außenseiter bleiben. Selbst der absolute Skeptiker (der *Mach* durchaus nicht war) gleicht bekanntlich jenem Kretenser, der behauptete, alle Kretenser wären Lügner; denn seine Behauptung, man könne nichts wissen, muß doch selbst erst bewiesen werden und könnte es erst durch ein Eingehen auf die Sache selbst. Und so auch hier. Nahezu von allen Seiten ist das Machsche Prinzip angegriffen worden, von physikalischer und philosophischer. Wie können wir denn, so hat man gesagt, etwas erreichen, wenn wir das Ziel als Weg benutzen und im Wege schon das Ziel erblicken? Wir müssen doch erst ein Ideal kennen, ehe wir daran gehen können, die Ökonomie darauf anzuwenden. Ferner erwäge man folgendes: entweder das Prinzip ist objektiv zu nehmen, dann wird der Natur willkürlich etwas untergelegt, was doch *Mach* nach seinen Anschauungen ablehnen muß und auch wirklich ablehnt. Oder es ist subjektiv, dann muß es a priori da sein, also immer gegolten haben. Und das ist ja auch der Fall, wie alle seine Spezialitäten, z. B. die sog. Kausalität, erweisen. Auch *Kant* steht schon auf einem ähnlichen Standpunkt: was bei ihm die Vielheit der Kategorien, das ist bei *Mach* die Ökonomie. Während aber *Kant* wenigstens den Versuch gemacht hat, die Kategorien aus allgemeinen Denkfunktionen abzuleiten, kommt das Prinzip bei *Mach* wie aus der Pistole geschossen, beinahe als eine teleologische Maxime; und wie *Kant* in den metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft, so kommt hier *Mach* vom a priori Gegebenen zur Erfahrung. Und das ist doch Metaphysik, wenn auch kritische. Übrigens wird aus diesem Parallelismus mit *Kant* bei näherer Analyse doch, wie wir sehen werden, ein Gegensatz.

Und nun die andere Wurzel des Machschen Systems. Den Ausgangspunkt aller hierher gehörigen Ideen bildet die naive Selbstbetrachtung. Ich finde mich im Raume umgeben von verschiedenen in ihm beweglichen Körpern; diese Körper sind teils „leblos“, teils Pflanzen, Tiere und Menschen. Mein im Raume ebenfalls beweglicher Leib ist für mich ebenso ein sichtbares, tastbares, überhaupt sinnliches Objekt, das einen Teil des sinnlichen Raumes einnimmt, wie die andern, neben und außer ihm befindlichen Körper. *Mein* Leib unterscheidet sich von den Leibern der übrigen Menschen (von individuellen Merkmalen abgesehen) dadurch, daß sich bei seiner Berührung eigentümliche Empfindungen für mich einstellen, die ich bei Berührung anderer Leiber nicht beobachte; Analoges gilt für die anderen Sinne. Ich finde ferner Erinnerungen, Hoffnungen, Befürchtungen, Willen usw. vor. An diesen Willen knüpfen sich wiederum Bewegungen des einen bestimmten Leibes, der sich dadurch als *mein* Leib auszeichnet. Bei Beobachtung des Verhaltens der übrigen Menschenleiber zwingt mich eine starke Analogie, auch an sie Empfindungen, Erinnerungen, Willen

und Ähnliches geknüpft zu denken. Und schließlich erweisen sich die Befunde im Raume als voneinander abhängig, wobei auch mein Leib einen wesentlichen Einfluß ausübt.

Da kommen wir denn ganz ungezwungen zu folgendem. Die letzten Elemente oder, treffender gesagt (denn aus der Analyse soll jetzt eine Synthese werden): die ersten Elemente, das einzig wirklich Gegebene sind gewisse „Etwase“ (dieses Wort hat *Boltzmann* einmal in anderm Zusammenhange geprägt), die man als „psychische Elemente“ oder, wenn man sich vor Verwechslungen hütet, als „Empfindungen“ bezeichnen kann. Sie sind nämlich Empfindungen nur in der hier bezeichneten Verbindung, Beziehung, funktionalen Abhängigkeit; in andrer Beziehung sind sie zugleich physikalische Objekte. Die Nebenbezeichnung der Elemente als Empfindungen wird bloß deshalb verwendet, weil den meisten Menschen die gemeinten Elemente als Empfindungen (Farbe, Ton, Druck, Wärme, Raum, Zeit usw.) geläufig sind; im übrigen ist aber unser Begriff umfassender als der gewohnte. *Ziehen*, der auch anfangs von Empfindungen sprach, hat später, um jeden Irrtum auszuschließen, ein neues Wort für die Elemente gebildet: Gignomene oder Werdnisse.

Das Konstante an der Welt sind ausschließlich die zwischen den Elementen stattfindenden, von der Wissenschaft in Funktionsgleichungen $F(A, B, C, \dots) = 0$ ausgedrückten Beziehungen. Nun fragt es sich, wie wir denn mit Hilfe dieser Elemente, die die alleinige Grundlage bilden sollen, zu dem doch unbestreitbar vorhandenen Dualismus zwischen Physischem und Psychischem, zwischen Außenwelt und Innenwelt gelangen; selbstverständlich nur, um ihn alsdann eben durch unsere Grundlegung zu überwinden. Da zeigt sich nun folgendes: Unter den Elementen unterscheiden wir leicht eine gewisse Gruppe A_1, B_1, C_1, \dots die untereinander enger zusammenhängen als mit den übrigen, indem wir sie als die sinnlichen Elementarbestandteile der Umgebung auffassen, weil sie außerhalb der Umgrenzung unseres Leibes, U , lokalisiert werden. Das ist das, was wir die physikalische Welt nennen können; denn, indem wir ihre Beziehungen untereinander studieren, treiben wir Physik. Ihnen stehen andere Elemente A_2, B_2, C_2, \dots gegenüber, die wir innerhalb der geschlossenen Fläche U vorfinden, und die wir unser „Ich“ im weitesten Sinne des Wortes, z. B. auch mit Einschluß der Erinnerungen, nennen. Die Beziehung dieser Elemente untereinander erforscht die Psychologie. Die Physik — hier natürlich im allgemeinsten, in alter Zeit geltenden Sinne — befaßt sich also z. B. mit der Beziehung zwischen dem Grün eines Blattes und dem weißen Lichte der Sonne, die Psychologie mit der Beziehung der Wahrnehmung dieses Blattes zur Erinnerung an dasselbe. Aber es gibt noch ein drittes: die Beziehungen zwischen den Elementen der einen Gruppe zu denen der andern. Beispielsweise sehe ich das Blatt nur,

wenn ich das Auge offen halte; oder, ein feinerer Fall, je nach der Empfindlichkeit der Netzhaut sehe ich es verschieden stark. Da haben wir die Aufgabe der zwischen die Physik und die Psychologie sich einschiebenden Wissenschaft, der Physiologie; und es ist einleuchtend, daß sie sich dabei einer Zwischengruppe von Elementen A_0, B_0, C_0, \dots bedienen wird, die wir unsern Leib, insbesondere seine Sinnesorgane nennen.

Natürlich gibt es Brücken vielfacher Art zwischen den Erkenntnisgebieten, und es ließen sich da interessante Exkurse, namentlich auf das Kapitel der Ähnlichkeit und der Vergleichung, unternehmen, das *Mach* mit Vorliebe pflegte. Hier sei nur ein einziger derartiger Punkt herausgehoben, und zwar im Anschluß an schon früher erwähntes: der Kraftbegriff hat in der reinen Physik nur formale Bedeutung, als Produkt aus Beschleunigung und Masse; aber hergenommen ist er von einem Falle, wo er Empfindungswert besitzt: von unserer eigenen Muskelkraft. Seine Beibehaltung in der Physik würde also Anthropomorphismus bedeuten.

Die entscheidende Konsequenz obiger Aufstellung aber ist offenbar die, daß es in Wahrheit keinen Dualismus gibt, weil es kein „Ding an sich“ gibt. Es gibt nicht zwei Welten, sondern nur eine Welt; aber diese eine können wir von zwei Seiten betrachten, und jede von ihnen hat ihre besonderen Gesetze, die eine die physikalischen, die andere die psychologischen. *Ziehen* hat deshalb die ganze Gattung von Theorien, zu der auch seine eigene gehört, als Binomismus bezeichnet; noch deutlicher und vollständiger wäre „binomialer Monismus“. *Mach* erzählt uns, wie er schon mit 17 Jahren die müßige Rolle erkannte, die das Ding an sich bei *Kant* spielt. An einem heiteren Sommertage im Freien erschien ihm plötzlich die Welt samt seinem Ich als eine zusammenhängende Masse von Empfindungen, nur im Ich besonders stark zusammenhängend. Dieser Moment ist für ihn bestimmend geworden, obgleich die eingehende Reflexion erst viel später hinzukam.

Was bewirkt denn nun aber die Sonderstellung, die doch die Dinge der Außenwelt unbestreitbar einnehmen, und die sich kein naiver und kein gebildeter Mensch hinwegdisputieren lassen möchte? Einzig und allein ein gradueller Unterschied: die relative Beständigkeit der betreffenden Elementar-komplexe. Körper sind, wie man kurz sagen kann, Dauerkonfiguration; und der Energetiker (der freilich *Mach* erst in zweiter Linie war) wird hinzufügen: Dauerkonfiguration von Energie. Aber diese „Dauer“ ist natürlich ganz relativ: Ein Stein bleibt jahrelang unverändert, ein Blatt verändert sich schon vom Frühjahr zum Herbst ganz wesentlich, eine Wolke entsteht und vergeht im Anschauen, und was soll man schließlich vom elektrischen Funken sagen, ist er ein Ding oder eine Empfindung? Selbst das eigene Ich ist von dieser graduellen Beschränkung des Dauercharakters nicht ausgenommen, es verändert sich in Raum und Zeit und lockert damit den inneren Zu-

sammenhang des Bewußtseins. *Mach* selbst führt dafür die mannigfachsten Belege aus seinem Leben an: wie er sich in zwei Spiegeln eines Schau-fensters plötzlich von der Seite sah und ganz fremd vorkam, wie er in den Omnibus einsteigend von der anderen Seite einen komischen Schul-meister hereinkommen sah und erst im nächsten Augenblicke merkte, daß es sein eigenes Spiegel-bild war; wie er — und wem ginge das nicht zu-weilen so — nach Jahrzehnten eine seiner eigenen Schriften wieder zur Hand nahm und sie wie die eines Fremden empfand. Auch das eigene Ich ist schließlich nichts weiter als ein Komplex von psychischen Elementen, die sich räumlich und zeitlich, aber auch je nach der Gesamtbeziehung aller übrigen Elemente verschieben und neu ord-nen. Es gibt nichts, was mehr den Namen „real“, und anderes, was mehr den Namen „ideal“ ver-diente. Die Frage, ob der aus Wasser in Luft übertretende Lichtstrahl wirklich gebrochen ist oder nur so erscheint, ist völlig müßig; es gibt nur Phänomene. Nun kann man allerdings sagen, daß man doch gar nicht den Lichtstrahl, sondern den Gegenstand, z. B. den Stock, sieht, und daß dieser doch nicht gebrochen ist, sondern nur so erscheint. Darauf ist zu antworten: der Stock als optischer Empfindungskomplex ist wirklich ge-brochen, der Stock als Tastkomplex ist unge-brochen, und einen weiteren Stock oder einen Stock an sich gibt es nicht.

Hier zeigt sich nun von neuem die Verwandt-schaft oder, wie man es noch richtiger ausdrücken kann, die Reziprozität zum Kritizismus. *Mach* ist, wie *Wundt* es treffend gesagt hat, in gewissem Sinne ein umgekehrter *Kant*. Dieser hatte die apriorischen Erkenntnisbedingungen, wie sie in der Vernunft begründet sind, aufgefunden: Raum und Zeit, Einheit und Vielheit, Realität, Kausalität, Substanz usw. Dazu muß dann natürlich noch ein Empfindungsinhalt hinzukommen, um die stets in die Grenzen der Erfahrung eingeschlossene Erkenntnis möglich zu machen. Mit diesem In-halt, mit dieser „Materie der Erfindung“ beschäf-tigt sich *Kant* nicht weiter, er nimmt sie als ge-geben hin. Umgekehrt *Mach*: Auch er geht von dem Satze aus, daß außerhalb der Erfahrung keine Erkenntnis möglich sei; aber als letzte Elemente der Erfahrung betrachtet er gerade die von *Kant* vernachlässigten, also die Materie der Empfin-dung. Raum und Zeit, überhaupt alle Vorstellun-gen und was sich daran anschließt, gehören ihm mit zur Empfindung, es gibt da nur graduelle Un-terschiede, die sich je nach den Umständen durch die Klarheit, aber auch durch die Allgemeinheit charakterisieren; und die Stammbegriffe des Ver-standes ersetzt er durch das allgemeine Vermögen unseres Verstandes, die ihm gegebenen Empfin-dungsinhalte willkürlich zu verknüpfen. Freilich ist der Weg hierzu nicht eindeutig bestimmt, man kann ihn frei wählen. Und da haben wir nun die Stelle, wo die beiden Wurzeln des Machschen Sys-tems in Beziehung zueinander treten: *Mach*

wählt den einfachsten Weg, der denkbar ist, den Weg, der durch das Prinzip von der Ökonomie des Denkens bezeichnet ist.

Mach hat vielleicht den Fehler begangen, sich vor der Metaphysik zu fürchten. Da es ohne Meta-physik doch nicht geht, hätte man diese Spielart von ihr um so lieber in den Kauf genommen, als sie sich von den bisherigen vorteilhaft unter-scheidet. Er hätte dann sicherlich weit stärkeren Widerhall gerade in philosophischen Kreisen ge-funden; und in den physikalischen wird er auch so für einen Abtrünnigen gehalten, wenigstens bei denen, die Physiker schlechthin sind und sein wollen; und unter diesen finden sich nicht bloß Durchschnittsmenschen, sondern, wie das Folgende zeigt, auch ganz hervorragende Persönlichkeiten.

In den letzten Jahren hat sich nämlich ein höchst unerfreulicher Streit abgespielt zwischen *Mach* und einem Manne, dem die theoretische Physik wahrscheinlich mehr verdankt, als irgendeinem anderen lebenden Fachgenossen; mit einem Manne, der in ungewöhnlich genialer Weise die Verknüpfung der Phänomene in der modernen Physik klargestellt hat: *Max Planck*. In einem populären Vortrage griff er am Schlusse die Machsche Erkenntnistheorie heftig an. *Mach* antwortete persönlich gereizt, und die Duplik *Plancks* ging sachlich über die Grenzen hinaus, die seine Freunde und Bewunderer ihm gern ge-setzt hätten. Oder ist sich denn *Planck* nicht selbst am besten bewußt, daß seine elektrodyna-misch-thermodynamische Theorie einschließlich ihrer Quantenkonsequenz, so glänzend sie als Glied im Etappensystem wissenschaftlichen Fort-schritts sein möge, doch viel zu speziell einerseits und kompliziert andererseits ist, um als ein end-gültig befriedigendes System gelten zu können? Hat nicht seine Strahlungsformel als vollkommener Ausdruck eines ganzen Tatsachenkomplexes eine Bedeutung, die über die besondere Art ihrer Ge-winning weit hinausreicht? Und dann weiter: Glaubt er denn selbst an die Realität der Molekeln, Atome, Elektronen und Resonatoren? Weiß er, der unter den Fittichen von *Helmholtz* und *Kirch-hoff* groß geworden ist und neben *Heinrich Hertz* gewirkt hat, nicht selbst am besten, daß alles das nur Bilder sind, die wir uns von der Welt, sei es im größten oder im kleinsten, machen, um zu einer einheitlichen Erkenntnis zu gelangen? Und Einheitlichkeit und Einfachheit fallen doch so nahe zusammen, wie es bei der Kompliziertheit der gegebenen Mannigfaltigkeiten überhaupt möglich ist. Am meisten erstaunt werden wohl auch *Plancks* Bewunderer gewesen sein, nun auf einmal zu hören, daß *Machs* Buch „Die Prinzipien der Wärmelehre“ von Grund aus schlecht sei, dieses Buch, von dem so viele reife Gelehrte und Tau-sende von heranreifenden Jüngern unendlich viel gelernt haben, und das man, selbst wenn einzelne Ausstellungen begründet sind, ebenso wie die Prinzipien der Mechanik und die noch in Aussicht stehenden Prinzipien der Elektrizitätslehre immer

wieder von Hand zu Hand geben wird, um in ihnen jenen historisch-kritisch-erkenntnistheoretischen Sinn zu wecken und zu stählen, der nirgends so wichtig ist wie gerade in einem sonst so leicht sich isolierenden empirischen und mathematischen Arbeitsgebiete. Und daß gerade auf diesem Gebiete *Mach* der berufene, wenn nicht der einzige existierende Führer ist, haben seine genannten beiden Werke sowie das, was man bisher von dem in Aussicht stehenden dritten gehört hat, hinlänglich erwiesen.

Es scheint, daß man in manchen Kreisen vor der Machschen Erkenntnistheorie eine gewisse Angst hatte in dem Sinne, durch das Bekenntnis zu ihr könnte die Ernsthaftigkeit und der Eifer, mit denen physikalische Studien betrieben werden, erlahmen. Wenn das, was man entdecken will, doch schließlich nicht „wahr“ ist, kommt es dann gar so sehr auf Exaktheit an? Da muß ich an eine Begebenheit von tragikomischem Gepräge denken, die sich vor Jahrzehnten abspielte. Ein schlesischer Oberlehrer hatte sich in seinen Mußestunden zu einem der ersten Flechtenkenner aufgeschwungen, und seine Sammlung von Tausenden von Flechten war ihm so heilig, daß er sie trotz hoher Angebote und der ärmlichen Verhältnisse, in denen er lebte, nicht veräußerte. Da machte *Schwendener* die Entdeckung, daß die Flechten in Wahrheit nichts weiter sind als die Formen der Symbiose von Algen und Pilzen. Unser Mann war natürlich skeptisch und verteidigte seine geliebten Flechten so lange, wie es ging; als er aber den Kampf aufgeben mußte, erklärte er: wenn es keine Flechten gibt, will ich auch keine Sammlung von ihnen haben, und er schlug sie an den ersten besten Käufer los. Was hier bloß lächerlich erscheint, wäre in unserem Falle zugleich überaus ernst: Wenn jemand durch eine veränderte erkenntnistheoretische Fassung sich die exakte Spezialforschung verleiden läßt, dann ist er auch nicht wert, sie zu betreiben. Und das gilt schließlich auch im allerallgemeinsten Falle, wie man ihn jüngst bei einem einstigen Biologen und nunmehrigen Philosophen erlebt hat, der, weil er die Kausalität im organischen Geschehen ablehnte, nun auch gleich das Kind mit dem Bade ausschüttete und exaktes biologisches Arbeiten für wertlos erklärte.

Mach selbst aber hat sein ganzes Leben lang keinen Zweifel darüber gelassen, wie hoch er, der sich so mächtig zur Philosophie hingezogen fühlte, daneben auch die exakte Einzelforschung einschätzte; zuerst jahrzehntelang durch eigene Arbeiten, dann, als ihm das aus körperlichen Gründen versagt war, durch vielfältige Anregungen, die von ihm ausgingen. Und es ist charakteristisch, daß er bei seinen Arbeiten die beiden Seiten der Münze, Kopf und Schrift, will sagen: Physik und Psychologie, und bei jener wiederum die Theorie wie das Experiment in gleicher Weise berücksichtigte. Es ist im Raume dieser Studie ganz unmöglich, hier einen auch

nur annähernd erschöpfenden Überblick zu geben. Es muß genügen, aus jedem der Gebiete ein besonders interessantes Beispiel anzuführen. Aus der Psychologie, und zwar aus der experimentellen, die Studien über die Bewegungsempfindungen, durch die er unter anderem exakt feststellte, daß wir nicht die Geschwindigkeit, also die Änderung des Orts, empfinden, sondern nur die Änderung der Geschwindigkeit ihrerseits, also die Beschleunigung — eine Feststellung, die zugleich ein glänzendes Zeugnis für die Rolle des Ökonomieprinzips insofern liefert, als bekanntlich auch die mathematische Beschreibung der Bewegungsvorgänge am einfachsten wird, wenn man ihr die Beschleunigungen oder, wie man das auszudrücken pflegt, die Kräfte (natürlich nicht im metaphysischen Sinne) zugrunde legt. Ich erinnere mich noch mit lebhaftem Vergnügen meiner, wenn auch ganz flüchtigen Teilnahme an den Versuchen, die *Mach* über dieses Thema anstellte. Ich wurde in einen vollständig geschlossenen Kasten gesetzt, der nach Göpelart an einem horizontalen Balken um eine vertikale Achse in einem großen Zimmer herumgedreht werden konnte, und ich stellte sofort fest, daß ich bei gleichförmiger Drehung das Gefühl der Ruhe, bei beschleunigter das der Vorwärts-, bei verzögerter Vorwärtsbewegung aber das der Rückwärtsbewegung hatte.

Ganz besonders innig ist, wie man begreift, der Zusammenhang dieser und ähnlicher Versuche mit der allgemeinen Erkenntnislehre *Machs*, insbesondere mit seiner Ansicht über Raum und Zeit. Daß er vom absoluten Raume und der absoluten Zeit nichts wissen will, kann uns nach allem Vorangegangenen nicht wundernehmen; es muß aber darauf verzichtet werden, zu zeigen, wie *Mach* das nun im besonderen durchführt, und wie er speziell das Beharrungsprinzip sozusagen bis auf die Nieren prüft.

Aus der theoretischen Physik mögen zwei Punkte herausgehoben werden, die in besonders schöner Weise die spezifische Begabung *Machs* für die begriffliche Klarheit und Anschaulichkeit dartun. Erstens seine Definition der Massen als der reziproken Verhältnisse der Beschleunigungen, die sich die betreffenden Körper bei ihrer Wechselwirkung gegenseitig erteilen; das infolgedessen für beide Körper den gleichen Wert annehmende Produkt aus Masse und Beschleunigung heißt dann die zwischen ihnen tätige Kraft. Die Machsche Massendefinition ist zwar, im Hinblick auf die Feststellungen eines *Newton*, *Lagrange* und *Kirchhoff*, nicht prinzipiell neu, in der Form aber und durch ihre einfache Anschaulichkeit ist sie durchaus originell. Zweitens *Machs* Deutung der berühmten Laplaceschen Funktion, die in der Laplaceschen Gleichung zu null, in der verallgemeinerten Poissonschen Gleichung aber zur Masse in eine einfache Beziehung gesetzt wird: die Deutung von ΔV (wo V das Feldpotential und Δ die Summe seiner zweiten Ableitungen nach

den Achsen ist) als den Überschuß des Potentials in dem betrachteten Punkte über den Durchschnittswert in der Umgebung — eine Deutung, durch die das ganze Feld sofort eine überaus anschauliche Struktur erhält.

Endlich die experimentelle Physik, die *Mach* eine ganze Anzahl schöner Arbeiten verdankt. Hier bietet sich nun ohne Zwang ein Thema als Beispiel dar, das niemals in höherem Maße auf Interesse rechnen darf als in der jetzigen Kriegszeit: *Machs* Studien über die Geschwindigkeit von Funken-, Explosions- und Schallwellen, insonderheit seine Entdeckung, daß, wenn ein Geschos mit Überschallgeschwindigkeit aus dem Rohre austritt, der Schall es als Beförderung Gelegenheit benutzt, so daß er in diesem Falle selbst mit erhöhter Geschwindigkeit sich im Raume ausbreitet. Es bildet sich vorn an dem Projektil eine „Kopfwelle“ aus, die das dauernde Zentrum der Erschütterungen so lange bleibt, bis der Schall, nachdem das Geschos seine Geschwindigkeit infolge der Reibung bis unter 331 m pro Sekunde ermäßigt hat, nunmehr selbständig voraneilt. Zu der Kopfwelle treten dann noch Mantelwellen und Schwanzwirbel sowie andere Einzelheiten hinzu, die auf photographischem Wege eingehend untersucht wurden und den Ausgangspunkt bilden für spätere und auch während des jetzigen Krieges immer weiter vervollkommnete Studien. Ist doch diese ganze Frage auch praktisch von hervorragender Wichtigkeit für die Artilleristik, namentlich für die Beziehung zwischen Schall und Entfernung.

Soviel aber ist nach alledem einleuchtend: Wenn es der Stolz (oder die Bescheidenheit) vieler Forscher ist, ihre Person hinter ihrem Werke verschwinden zu lassen, so kann *Ernst Mach* auf diesen Stolz (oder diese Bescheidenheit) keinen Anspruch erheben. Sein Werk und seine Persönlichkeit sind durchaus eins, und das eine kann ohne die andere nicht bestehen. Das aber kann man sich nicht bloß gefallen lassen, man wird es geradezu als einen erhöhten Genuß empfinden, wenn es sich nämlich um eine so einzig dastehende Persönlichkeit handelt, wie sie *Ernst Mach* sein ganzes Leben hindurch bekundet und bewährt hat.

Literatur.

Mach, Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig 1875. — Die Analyse der Empfindungen. 6. Auflage. Jena 1911. — Erkenntnis und Irrtum. 2. Auflage. Leipzig 1906. — Die Mechanik in ihrer Entwicklung. 5. Auflage. Leipzig 1908. — Die Prinzipien der Wärmelehre. 2. Auflage. Leipzig 1900. — Populärwissenschaftliche Vorlesungen. 4. Auflage. Leipzig 1910. — Zahlreiche Abhandlungen in der Wiener Akademie und den Annalen der Physik. — Kultur und Mechanik. Stuttgart 1915. — *Hans Hennig*, Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog. Leipzig 1915. — *Hönigswald*, Zur Kritik der Machschen Philosophie. Berlin 1903. — *Hell*, Ernst Machs Philosophie. Stuttgart 1907. — *Reinhold*, Machs Erkenntnistheorie. Leipzig 1908. — *Planck*, Die Einheit des physikalischen Weltbildes. Leipzig 1909. — *Mach*, Die Leitgedanken meiner Erkenntnis-

lehre und ihre Aufnahme durch die Zeitgenossen. Physik. Zeitschrift 1910, S. 599. — *Planck*, Erwiderung darauf. Ebenda, S. 1186. — *Zichen*, Erkenntnistheoretische Auseinandersetzung mit Mach. Zeitschr. f. Psychologie 43, S. 241, 1906. — Ferner die betreffenden Abschnitte in den neueren historischen und kritischen Werken über Philosophie, namentlich bei *Wundt*, *Eisler*, *Becher*, *Bavinck* und *Natorp*.

Individuen und Individualstoffe¹⁾.

Von Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem.

Es gibt Probleme, die eine Zeitlang das Interesse der Gelehrten sehr stark fesseln und die, ohne restlos gelöst zu sein, wieder zurücktreten, aus der Mode kommen. Ein solches Problem ist das der Individualität in der organischen Natur. In der ersten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts und noch in die 60- und 70er Jahre hinein wurde es eifrig erörtert. Damals gab es kaum einen bedeutenden Naturforscher, der sich nicht einmal oder wiederholt dazu geäußert hätte²⁾. Einen gewissen Abschluß bildeten die Darlegungen *Nägels*³⁾ auf botanischem Gebiete, und die davon sichtlich beeinflussten *Häckels*⁴⁾ auf zoologischem. *Nägeli* hat den Begriff der relativen Individualität mit verschiedenen Stufen: Zelle, Organ, Knospe, Pflanze (Baum) scharf durchgeführt, denen wir bei *Häckel* in Plastide, Organ, Antimer, Metamer, Person und Cormus wieder begegnen.

Heutzutage kann man allbekannte Lehrbücher vergeblich auf eine Behandlung der Frage und eine Definition des Individuums durchsehen. Offenbar findet man es vielfach selbstverständlich, was als Individuum zu bezeichnen sei. Und wirklich wird man sagen dürfen, daß durch neue Tatsachen und die phylogenetische Betrachtungsweise viele Schwierigkeiten verschwunden sind, die für frühere Forscher in dem Probleme lagen; freilich nicht, ohne daß neue Schwierigkeiten aufgetaucht wären.

Wir müssen uns versagen, die alte Frage unter den neuen Gesichtspunkten zu besprechen, und uns damit begnügen, daß im Einzelfall selten Zweifel darüber herrschen kann, was als Individuum anzusprechen sei, so schwierig auch die Definition sein mag. Wir wollen uns vielmehr hier nur mit einer Teilfrage beschäftigen, die in der letzten Zeit vielfach aufgeworfen worden ist, ob dem Individuum als solchem besondere Eigenschaften zukommen können. Die außerordentlichen Fortschritte, die in den letzten Jahren die Biochemie in der Unterscheidung der

¹⁾ In gekürzter Form vor der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft vorgetragen am 22. Januar 1916.

²⁾ Eine sorgfältige Übersicht bei *C. Fisch*, Aufzählung und Kritik der verschiedenen Ansichten über das pflanzliche Individuum. Rostock 1880.

³⁾ *C. Nägeli*, Systematische Übersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich, Freiburg i. B. 1853, und Die Individualität in der Natur, Zürich 1856.

⁴⁾ *Z. B. E. Häckel*, Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen, Bd. I, S. 241—326, 1866.

Organismen gemacht hat, haben diese Frage vielfach bejahen lassen. Wir wollen die Berechtigung dazu an Hand der Fortschritte auf dem Gebiete der Vererbungslehre prüfen, die ebenso groß, aber nicht so populär geworden sind.

Ursprünglich war [bei Cicero¹⁾] „Individuum“ nur die Übersetzung des griechischen Atomon, des „Unzerschneidbaren“, also des *philosophischen* Atoms. Wer das Wort zuerst auf Lebewesen übertragen hat, wahrscheinlich zunächst auf den Menschen, weiß ich nicht. An diesem Individuum im übertragenen Sinne hat sich erst der Begriff der *Individualität* entwickelt, jedenfalls das, was man im gewöhnlichen Leben Individualität nennt: Die Summe der Merkmale, die ein Individuum von allen anderen seinesgleichen unterscheidet. Es ist ja eine allbekannte Tatsache, daß keine zwei menschlichen Individuen einander völlig gleich sind, nicht einmal die Zwillinge, die aus demselben befruchteten Ei durch nachträgliche Teilung hervorgegangen sind. Aber auch keine zwei Hunde oder Katzen, keine zwei Obstbäume oder Rosenstöcke sind einander völlig gleich.

Das ursprüngliche „Individuum“, das philosophische Atom, und seine moderne Form, das chemische Atom, haben, in diesem Sinne wenigstens, keine Individualität. Das einzelne unterscheidet sich von seinesgleichen durch nichts, was in ihm selber liegt; wir können es nur durch seine Lage im Raum, z. B. durch seine Stellung in einem Molekül, von anderen unterscheiden.

Anders die Organismen. Holen wir etwas weiter aus und vergleichen zunächst einmal zwei Individuen, die sicher verschiedenen Sippen angehören, z. B. zwei Apfelbäume von verschiedenen Sorten oder zwei Hunde von verschiedenen Rassen. Die Merkmale, an denen wir sie unterscheiden können, beruhen — soviel ist ganz sicher — auf zwei verschiedenen Arten von Ursachen, auf *inneren* und auf *äußeren*.

Soweit die Unterschiede auf *innere Ursachen* zurückzuführen sind, sind sie sicher etwas, das dem einzelnen Individuum als solchem *nicht* eigen ist. Wir wissen vielmehr, daß diese inneren Ursachen *vererbt* werden; das Individuum, das sie besitzt, hat sie von einem seiner Eltern oder von beiden überkommen und gibt sie durch seine Keimzellen, durch alle oder durch einen Teil, seinerseits weiter an die Nachkommen. Wir müssen uns die inneren Ursachen an materielle Teilchen, an (Erb-) *Anlagen*, an „*Gene*“ (*Jo-hannsen*) gebunden denken.

Soweit die Unterschiede aber auf der Wirkung *äußerer Ursachen* beruhen, sind sie etwas, das nur dem Einzelindividuum gehört, etwas, das nur so lange besteht, als das Individuum selbst besteht. Solche Unterschiede werden, jedenfalls im allgemeinen, *nicht vererbt*. Die äußeren Einflüsse werden von Wärme, Licht, Sauerstoff, Ernährung, direkt oder korrelativ, ausgeübt; sie

treffen jedes Individuum verschieden oder können es wenigstens verschieden treffen.

Innere Ursachen und äußere Einflüsse wirken stets zusammen, wenn die Merkmale der Individuen zustande kommen. Die inneren Ursachen, die Anlagen, können sich nur unter der Einwirkung von äußeren Einflüssen entfalten. Dabei verhalten sich die einzelnen Anlagen verschieden; die einen reagieren auf geringe Unterschiede der Außenwelt sehr deutlich, die anderen sehr schwach. Jeder bestimmten Einwirkung einer äußeren Ursache entspricht bei jeder Anlage eine bestimmte Entfaltungsform. Und jede Änderung der Merkmale, die wir durch eine Änderung der äußeren Entwicklungsbedingungen erzielen können, ist auch durch die inneren erblichen Anlagen bedingt, in ihrer Art und in ihrer Intensität. Bringen wir z. B. eine Glockenblume, die bei gewöhnlicher Temperatur *blau* blüht, in höhere Temperatur, so wird die Farbe bei den neugebildeten Blüten heller, zuletzt fast oder ganz *weiß*; sinkt die Temperatur, so tritt das alte Blau bei den folgenden Blüten nach und nach, schließlich wieder völlig hervor¹⁾.

Wenn man die Vorgeschichte zweier verglichenen Individuen nicht kennt, ist also nie auch nur annäherungsweise zu sagen, wieviel von ihren Unterschieden auf die Rechnung verschiedener innerer Anlagen und wieviel auf die Rechnung verschiedener äußerer Einflüsse, unter denen sie sich entwickelt haben können, zu setzen ist. Wir sind gewöhnt, größere Unterschiede für erblich, durch innere Anlagen bedingt, zu halten, und kleinere Unterschiede für nicht erblich, durch äußere Einflüsse veranlaßt. Das kann zutreffen oder falsch sein.

Nehmen wir z. B. an, wir hätten zwei Individuen des Gartenrittersporns oder des Löwenmauls, die sich in der Höhe des Wuchses unterscheiden, das eine werde 1 m hoch, das andere nur 30 cm. Daran können ausschließlich *äußere* Einflüsse schuld sein. Wir wissen, daß bei schlechter Ernährung, z. B. bei zu geringer Versorgung mit Wasser, Zwergwuchs zustande kommt, und daß wir durch reichliche Düngung Riesenwuchs erzeugen können. Der Größenunterschied kann aber ebensogut auf *inneren* Ursachen beruhen. Es können Exemplare einer gewöhnlichen und einer Zwergsorte vorliegen, die beide erblich fixiert sind. Sind *äußere Einflüsse* schuld, so fällt zwar die *Existenz* des Unterschiedes auf ihre Rechnung, seine *Größe* ist aber auch durch innere Anlagen bedingt; der Unterschied kann z. B. nicht über ein bestimmtes, erblich festgelegtes Maß hinausgehen. Liegt ein *erblicher Unterschied* vor, so sind neben ihm die äußeren Einflüsse doch auch noch wirksam; sie bestimmen, welcher von den möglichen Größenwerten wirklich erreicht wird. Denn der erbliche Zwerg

¹⁾ *Fisch*, l. c. S. 5.

¹⁾ *G. Klebs*, Über Variationen der Blüten. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42, S. 162, 1906. Die Versuchspflanze war *Campanula Trachelium*.

kann selbst wieder kleiner oder größer ausfallen, je nachdem er ernährt wird; ebenso die Pflanze, die erblich den normalen Wuchs überkommen hat.

Will man feststellen, was und wieviel auf inneren und auf äußeren Ursachen beruht, so bleibt nichts anderes übrig, als die äußeren Einflüsse während der ganzen Entwicklung der Individuen so gleichförmig als möglich zu gestalten; was dann noch an Verschiedenheiten übrig bleibt, wird auf Rechnung der inneren Anlagen zu setzen sein.

Dabei ist freilich nicht zu vergessen, daß wir die äußeren Umstände nie für mehrere Individuen und mehrere Teile eines Individuums wirklich völlig gleich gestalten können. Das ist nicht einmal für die einfachsten Vorgänge in der anorganischen Welt möglich. Den deutlichsten Beweis hierfür liefert die Kristallisation, bei der die einzelnen Kristallindividuen nie völlig gleich ausfallen, auch wenn die äußeren Bedingungen so gleichmäßig gestaltet werden, als das überhaupt möglich ist.

Ein Unterschied, der erblich, konstant, ist, weist seinen Besitzer in eine andere Sippe, eine andere „systematische Einheit“, wenn diese auch noch so niedrigen Rang besitzt; er gehört in einen anderen *Biotypus* (Johannsen). Ein Unterschied, der nur auf der Wirkung der äußeren Einflüsse beruht, wird als etwas Zufälliges von der beschreibenden Systematik mit Recht vernachlässigt. Wir sprechen dann mit Nägeli, der die beiden Arten von Unterschieden zwischen Individuen zuerst scharf getrennt hat, von einer *Modifikation*, mit Johannsen von einem *Phänotypus* oder mit Reinke von einer *Oscillation*.

Versuche über die Erbllichkeit der Merkmale sind nun vielfach gemacht worden, und sie haben ergeben, daß viel mehr, als man früher zuzugeben geneigt war, durch Anlagen bedingt, konstant ist. *Arten* im Sinne Linnés, die man nur für sehr „variabel“ gehalten hatte, sind so in Schwärme von „Kleinarten“, „Elementararten“, zerlegt worden, die unter sich oft sehr wenig verschieden und doch ganz konstant sind. Ich brauche bloß auf das Frühlingshungerblümchen (*Erophila verna*) hinzuweisen, oder auf das wilde Stiefmütterchen (*Viola tricolor*), für die Alexis Jordan¹⁾ das schon vor langen Jahren bewiesen hat. Es hat freilich für den beschreibenden Systematiker nicht viel Sinn, im einzelnen Fall alle die Sippen, z. B. die paar hundert *Erophila*-arten, zu beschreiben und zu benennen, denn ohne sehr eingehende Studien kann man sie doch nach den Beschreibungen nicht „bestimmen“. Um so wichtiger war diese Feststellung für die allgemeine Systematik.

¹⁾ Z. B. A. Jordan, Diagnoses d'Espèces nouvelles ou méconnues, Paris, Savy 1864 (53 Species *Erophila*); Remarques sur le fait de l'existence en société à l'état sauvage des espèces végétales affines, Lyon 1875 (hier werden 200 verschiedene Arten von *Erophila* erwähnt). Rosen, F., Systematische und biologische Beobachtungen über *Erophila verna*, Botan. Ztg. 1889, Nr. 35—38.

Mit diesen Kleinarten sind wir aber noch nicht bei der untersten Grenze der erblichen Verschiedenheiten, noch nicht bei den niedrigsten systematischen Einheiten angelangt. Wie wir seit Johannsens außerordentlich wichtigen Untersuchungen¹⁾ an der braunen Prinzeßbohne wissen, besteht eine solche Kleinart, z. B. die genannte Bohnensorte, ihrerseits wieder aus noch niedrigeren systematischen Einheiten, „Linien“²⁾, mit Unterschieden, die zwar erblich, aber so gering sind, daß die Wirkung der äußeren Einflüsse viel größer ist und so ihre Existenz völlig verdeckt.

Die Samen der braunen Prinzeßbohne schwanken, wenn man das Saatgut vom Samenhändler bezieht, in ihrem Gewicht etwa zwischen 250 mg und 850 mg, mit einem mittleren Gewicht von 500 mg. Sät man das Saatgut so, wie man es erhalten hat, aus, so schwankt in der *Gesamternte*, in der „Population“, das Gewicht der Samen ebenfalls zwischen 250 mg und 850 mg; das mittlere Gewicht ist wieder 500 mg. Untersucht man aber das Gewicht der Samen bei der Nachkommenschaft der einzelnen ausgesäten Bohnen — wir wollen sie A, B, C . . . nennen — *getrennt*, so findet man, daß die Schwankungen im Gewicht innerhalb der einzelnen Nachkommenschaften weniger groß sind, und daß, was wichtiger ist, das mittlere Gewicht für die einzelnen getrennten Ernten verschieden ausfällt. Es beträgt z. B. für die Nachkommen der Bohne A, die 800 mg schwer war, 457 mg, für die der Bohne B, die 500 mg wog, 400 mg, für die der Bohne C, die 300 mg wog, 371 mg. Die Nachkommenschaft besonders großer Bohnen gibt im allgemeinen einen größeren, die besonders kleiner Bohnen einen kleineren Mittelwert.

Sät man nun aus einer solchen getrennt geernteten Nachkommenschaft, z. B. von A, wieder große und kleine Bohnen einzeln aus und erntet und untersucht deren Nachkommen getrennt, so zeigt sich die eben beschriebene Erscheinung nicht wieder. Die großen und die kleinen Bohnen aus einer solchen *Einzelernte* wiederholen in ihren Gewichten die Schwankungen innerhalb der Ernte der Mutterpflanze und zeigen den *gleichen* Mittelwert, also nicht die großen einen größeren als die kleinen.

Das erklärt sich so: Das Ausgangsmaterial war ein Gemisch aus Samen von verschiedenen nied-

¹⁾ W. Johannsen, zuerst 1903: Über Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien, zuletzt in der 2. Auflage der Elemente der exakten Erbllichkeitslehre, 1913.

²⁾ Eigentlich bedeutet „Linie“ nur den lückenlosen Zusammenhang der Individuen durch Generationen bei ausschließlicher Selbstbefruchtung. Man kann aber auch die Individuen mit dem gleichen, konstanten „Genotypus“ (Johannsen), d. h. mit völlig gleichen erblichen konstanten Anlagen unter diesem Namen zusammenfassen — weil sie auf diesem Wege nachgewiesen worden sind —, wenn man nicht lieber mit E. Lehmann („Art, reine Linie, isogene Einheit“, Biol. Centralbl. Bd. XXXIV, S. 285, 1914) *isogene Einheit* sagen will.

rigsten Einheiten, von *Linien*, die sich durch ein etwas verschiedenes mittleres Gewicht der Samen unterscheiden. Niemand kann ohne den Aussaatsversuch sagen, zu welchen Linien die einzelnen Bohnen des Ausgangsmaterials gehören, weil der Einfluß der Außenwelt Schwankungen in dem Gewicht veranlaßt, die vielfach größer sind als die erblichen Unterschiede. Eine Bohne von mittlerem Gewicht kann ein besonders leichter Same aus einer schweren Linie oder ein besonders schwerer Same aus einer leichten Linie, oder endlich ein typischer Same aus einer mittelschweren Linie sein. Auskunft darüber gibt erst das Durchschnittsgewicht ihrer Nachkommen. Der erste Erfolg beruht auf der Isolierung der Linien, innerhalb derer dann kein weiterer Erfolg möglich ist.

Mit diesen Linien kann die beschreibende Systematik gar nichts mehr anfangen, noch viel weniger als mit den Elementararten. Der Nachweis ihrer Existenz ist aber in verschiedener Hinsicht außerordentlich wichtig. Er hat die Wirkung der Selektion bei der Verbesserung unserer Kulturpflanzen, die sich nur bis zu einem gewissen Grade bringen läßt und dann wirkungslos bleibt, aufgeklärt und hat auch für unser Problem große Bedeutung.

Die Unterschiede zwischen den Individuen einer wirklich *reinen* Linie sind ausschließlich auf äußere Einflüsse zurückzuführen, zu denen natürlich auch die korrelativen Wirkungen der Organe und Zellen untereinander gerechnet werden müssen. Für ein Blatt ist z. B. das Verhalten der übrigen Blätter, des Stengels, der Wurzel ein äußerer Einfluß, der für den Unterschied von einem anderen Blatt viel wichtiger sein kann als z. B. die Unterschiede in der Beleuchtung. *Die Individuen einer reinen Linie sind alle ganz gleich und konstant erblich veranlagt* und (unter diesem Gesichtspunkt) voneinander nur noch so verschieden, wie die Kristalle einer chemischen Verbindung, die alle aus den gleichen Molekülen aufgebaut sind und doch etwas verschieden voneinander ausfallen, infolge der stets verschiedenen äußeren Wachstumsbedingungen.

Ein weiteres, für uns sehr wichtiges Tatsachenmaterial hat das Studium der Bastarde ans Licht gebracht.

Solche „Linien“, wie wir sie mit *Johannsen* bei der braunen Prinzeßbohne fanden, können nämlich in *reinem* Zustande nur bei Organismen existieren, die sich durch *Selbstbefruchtung* fortpflanzen. Das tun die Buschbohnen, zu denen die braune Prinzeßbohne gehört, und dieses Verhalten erlaubte überhaupt erst die Entdeckung der Linien. Sobald die Möglichkeit gegeben ist, daß die Befruchtung auch durch die Keimzellen eines anderen Individuums geschehen kann, werden die Linien nicht mehr ganz rein bleiben; die „Population“ kann dann außer aus Individuen, die reinen Linien angehören, auch noch

aus Bastarden zwischen diesen Linien bestehen. Die Zahl der Bastarde nimmt in dem Maße zu, als die Wahrscheinlichkeit für die Fremdbefruchtung steigt, und wenn endlich die Selbstbefruchtung ganz ausgeschlossen und Fremdbefruchtung obligatorisch ist, z. B. durch Geschlechtertrennung, lassen sich überhaupt keine reinen Linien verfolgen; alle die Individuen einer Population sind dann wenigstens *Linienbastarde*, wenn nicht auch noch höhere systematische Einheiten, andere Rassen und Arten, beigemischt sind.

An einem solchen Material hätte man die Existenz der Linien nicht entdecken können; trotzdem haben wir allen Grund, anzunehmen, daß sie hier ebenfalls existieren, auch wenn sie niemals als „*reine*“ Linien da waren. Tritt nämlich bei einem Individuum einer solchen Population eine neue vererbte Eigenschaft auf, so mischt sie sich infolge der Fremdbefruchtung sofort unter die anderen vererbten Eigenschaften. Sie geht dabei nicht, oder nur zufällig, wieder verloren, wird jedoch in den neuen Individuen mit anderen Eigenschaften kombiniert erscheinen, als bei dem Individuum, in dem sie entstand. Denn die verschiedenen erblichen Anlagen, durch deren Auftreten die einzelnen Linien zustande gekommen sind, verhalten sich wie andere Anlagen. Sie gehen, im allgemeinen wenigstens, bei der Bastardierung nicht verloren, sondern bleiben erhalten, gleichgültig, ob sie sich als Merkmale zeigen oder nicht. Sie gehen ohne Rücksicht darauf, von welchem Elter sie stammen, getrennt nach dem *Mendelschema* in die Keimzellen und werden, wenn sich die Keimzellen bei der Bildung der nächsten Generation vereinigen, neu kombiniert¹⁾. Für einen solchen „spaltenden“ Bastard zwischen zwei Eltern, die sich in 10 Merkmalen unterscheiden, läßt sich leicht berechnen, daß er über tausenderlei Keimzellen bilden kann, die bei Selbstbefruchtung oder Inzucht fast 6000 innerlich verschiedene Kombinationen zulassen, von denen mindestens 2000 auch äußerlich unterschieden werden können. Wir sehen daraus, daß bei Bastardierung und getrennter Vererbung relativ wenige Merkmale eine außerordentlich große Zahl verschiedener Kombinationen geben können.

So liegen die Verhältnisse auch beim *Menschen*. Die Eltern eines Kindes sind, selbst wenn sie miteinander verwandt sind, vererbungstechnisch ausgedrückt, stets schon außerordentlich komplizierte Linienbastarde. Nehmen wir an, daß jedes der *Großeltern* sich nur in 50 Merkmalen unterschieden hätte, so würde von den *Eltern* jedes infolge des Spaltens etwa 150 Bil-

¹⁾ Während vielfach für Bastarde zwischen „guten“ Arten, zum Teil sogar zwischen Arten, die sich ziemlich fernstehen, typisches Spalten nachgewiesen wurde, bilden Bastarde zwischen Elementararten (*Erophila* nach *Rosen*, *Veronica* nach *Lehmann*) zuweilen (scheinbare?) Ausnahmen. Über ihre Deutung vergl. *E. Lehmann*, Über Bastardierungsuntersuchungen in der *Veronica*-Gruppe *agrestis* (Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. XIII, 1915).

lionen verschiedene Keimzellen bilden können. Infolgedessen werden keine zwei Keimzellen genau die gleichen Anlagen mitbekommen, und deswegen wird auch beim selben Elternpaar kein Kind genau wie das andere ausfallen, ganz abgesehen von den Verschiedenheiten, die durch die nie ganz gleichen äußeren Einflüsse hervorgerufen werden, und die wir immer noch dazu rechnen müssen. Am reinsten tritt die Wirkung dieser äußeren Einflüsse bei Zwillingen hervor, die aus einem Ei hervorgegangen und auch bei allergrößter Ähnlichkeit doch niemals ganz ununterscheidbar sind.

Die Reinheit hat mit dem Begriff der Linien nur insofern etwas zu tun, als sie ihre Entdeckung technisch ermöglicht hat. Das Charakteristische liegt vielmehr in den sehr geringen und doch erblichen Unterschieden der Linien untereinander, die neben den viel größeren, durch die Außenwelt bedingten Unterschieden fast verschwinden können. *Theoretisch* lassen sich aus einem noch so bunten, durch Kreuzung entstandenen Liniengemisch reine Linien isolieren; in der *Praxis* ist das schon bei relativ einfachen Gemischen meist nicht möglich, wegen der Dauer und des Umfangs der dazu nötigen Arbeit.

Wir können das bisher Gesagte dahin zusammenfassen, daß es drei Arten von Individualität gibt:

1. Die Individuen zeigen keine äußeren oder inneren Unterschiede; ihre Individualität besteht nur in ihrer selbständigen Existenz. So verhalten sich die Atome eines chemischen Elementes oder die Moleküle derselben chemischen Verbindung.
2. Die Individuen zeigen nur Unterschiede, die durch äußere, nicht durch erbliche Ursachen bedingt sind. Hierher gehören die Individuen einer *reinen Linie* im Sinne *Johannsens*, dann die Individuen, die auf *ungeschlechtlichem* Wege von einem Individuum abstammen¹⁾, schließlich die Kristallindividuen einer kristallisierenden Substanz.
3. Die Unterschiede zwischen den Individuen beruhen auf inneren Ursachen, die erblich sind, und auf äußeren Einflüssen, letztere wie bei der vorhergehenden Klasse. Hierher gehören die Individuen beim Menschen und die Mehrzahl der Individuen bei allen Organismen, die sich geschlechtlich fortpflanzen und irgendwie dafür sorgen, daß die Selbstbefruchtung unterbleibt.

Könnte man die äußeren Einflüsse für alle Individuen völlig gleich gestalten, so fiel die zweite Art von Individualität mit der ersten zusammen,

¹⁾ Wir sehen von den seltenen Fällen, wo auf ungeschlechtlichem Wege etwas wirklich Neues entsteht, also der Anlagenkomplex geändert wird, ab.

während in diesem Falle die Individualitäten der dritten Art sich um so deutlicher zeigen würden. Man kann sich deshalb fragen, ob man die Unterschiede, die nicht im Individuum selbst begründet sind, sondern durch äußere Einflüsse hervorgerufen werden, überhaupt als für das Individuum charakteristisch ansehen will. Wenn man im gewöhnlichen Leben von „Individualität“ spricht, fällt das Schwergewicht — mehr oder weniger unbewußt — auf die inneren, erblichen Unterschiede. Und das wohl mit gewissem Recht. Sie allein sind das, was sich beim Individuum während seiner ganzen Lebensdauer gleich bleibt, während die Merkmale, soweit sie von äußeren Einflüssen abhängen, mit jedem Wechsel dieser Einflüsse beim selben Individuum wechseln können. Stellt man sich auf diesen Standpunkt, so gibt es freilich Individuen, die keine Individualität besitzen; nicht nur die einzelnen Kristalle, die aus einer Lösung ausfallen, auch die einzelnen Exemplare einer reinen Linie hätten keine.

Nach einer Ansicht, die oft geäußert wurde und auch jetzt noch vertreten wird, gibt es in der Natur nur „Individuen“, keine „Arten“. *Schleiden*¹⁾ hat z. B. gesagt: „Der Artbegriff ist ein Hilfsmittel des denkenden Verstandes, unter welchem er die für eine längere Zeit in einer gewissen Menge von Merkmalen übereinstimmenden Individuen zusammenfaßt.“ Man wird jetzt, nach Entdeckung der Linien, sagen dürfen, daß es in der Natur nur *Linien* gibt, *reine*, die aus den Individuen mit völlig gleicher und konstanter erblicher Veranlagung bestehen, und *Linienbastarde*. Die Linie ist etwas wirklich gegebenes, so wenig ein Hilfsmittel des denkenden Verstandes, als eine chemische Verbindung, z. B. Wasser, ein solches Hilfsmittel ist, obschon auch sie aus Individuen, den Molekülen, besteht.

(Fortsetzung folgt.)

Botanische Mitteilungen.

Die Funktion des Milchsafte. (*Kniep*, Intern. Rubb.-Congr. met Tentoonst. Batavia 1914.) Obwohl die Frage nach der Bedeutung des Milchsafte der Pflanzen schon von den verschiedensten Seiten in Angriff genommen worden ist, so konnte trotzdem bisher keine Einigung erzielt werden. Verfasser hat es nun unternommen, die nebeneinander bestehenden Meinungen übersichtlich zusammenzustellen. Im wesentlichen wurde bisher der Milchsaft für folgende Funktionen in Anspruch genommen: 1. Stoffleitung, 2. Stoffspeicherung, 3. Wasserspeicherung, 4. Aufnahme von Exkreten, 5. Wundverschluß und 6. Schutz gegen Tierfraß. Zu diesen Deutungen ist folgendes zu bemerken: Wäre der Milchsaft an der Stoffleitung wesentlich beteiligt, dann sollte man annehmen, daß die Milchgefäße unter bestimmten Umständen die Siebröhren zu ersetzen vermögen. Dagegen spricht

¹⁾ *Schleiden*, Botanik als induktive Wissenschaft, Vorrede 1881. (Zitiert nach *R. Pilger*, Die Mutations-theorie, Verh. Bot. Ver. Brandenb. 1902, S. 139.)

aber das Experiment. Ringelt man eine Pflanze, die keine Milchgefäße besitzt, dann erscheinen nach einiger Zeit am oberen Wundrand Wurzeln, am unteren dagegen nicht, weil hier die Zufuhr von oben abgeschnitten ist. Genau so fallen aber die Versuche aus, wenn man Pflanzen verwendet, die im Innern von Milchbehältern durchsetzt sind. Käme diesen Eiweißleitungsvermögen zu, dann sollte man auch am unteren Wundrand Wurzelbildung erwarten. Ebenso sprechen gewichtige Gründe gegen Kohlehydrattransport. Gegen die Annahme, daß die Milchbehälter der Speicherung dienen, läßt sich geltend machen, daß nutzbare Kohlehydrate und Eiweißstoffe nur in geringer Menge im Milchsaft vorhanden sind, und daß speziell die Stärke, wenn die Pflanze in Hungerzustand versetzt wird, nie ganz verschwindet. Ob der Kautschuk, ein wesentlicher Bestandteil der Milchsäfte, im Stoffwechsel wieder ausgebeutet werden kann, darüber liegen keine zuverlässigen Angaben vor. Die Annahme einer Beteiligung des Milchsaftes an der Wasserspeicherung stößt auf die Schwierigkeit, daß milchsaftführende Pflanzen häufig an feuchten Standorten wachsen, also keineswegs eines Transpirationsschutzes bedürfen. Ebenso erheben sich Bedenken gegen die Auffassung, daß in den Milchsaftbehältern Abfallstoffe aufgestapelt werden sollten. Denn es ist überhaupt noch nicht der Nachweis erbracht, daß bei den höheren Pflanzen Exkrete vorkommen. Die Deutung von *de Vries*, daß der Milchsaft, der ja häufig an der Luft erstarrt, dem Wundverschluß dient, hat an sich etwas Bestechendes, aber Versuche mit *Carica* u. a. haben ergeben, daß die Heilung besser und rascher erfolgt, wenn der Saft von der Wunde entfernt wird. Die einzige Hypothese, die sichere Experimente — allerdings nur für einige Milchsaftpflanzen — anführen kann, ist die von *Stahl*, wonach der Milchsaft gegen Tierfraß schützt. Wird nämlich bei manchen Euphorbiaceen und Papaveraceen der Milchsaft ausgelaugt, dann werden sie von Schnecken gefressen, während sie sonst verschmäht werden. Daß einzelne spezialisierte Tierformen, wie z. B. der Wolfsmilchschwärmer, von Milchsaftpflanzen leben, beweist ja nichts gegen die Sache, da nur von Omnivoren größere Gefahr droht. Aber auf alle Milchsaftpflanzen läßt sich der Stahl'sche Standpunkt nicht anwenden. Dieser kurze Überblick zeigt, daß unsere Kenntnisse über die Funktion des Milchsafts noch durchaus ungenügend sind, und daß es noch eingehender Untersuchungen bedarf, um hierüber einige Klarheit zu erhalten.

Das Vorkommen von Pflanzentumoren erzeugenden Bakterien im kranken Menschen. (*Friedemann und Magnus*, Ber. d. d. bot. Ges. 33, 1915.) *Smith* ist es gelungen, aus krebstartigen Geschwülsten von Pflanzen ein Bakterium (*B. tumefaciens*) zu isolieren, welches imstande war, bei Impfung in gesunde Pflanzen verschiedener systematischer Stellung wiederum Wucherungen zu bilden. Nachdem nun weiterhin der Nachweis geführt war, daß auch bei bestimmten menschlichen Erkrankungen (eitrige Meningitis) Bakterien auftreten, die sich morphologisch und serologisch nicht von *B. tumefaciens* unterscheiden lassen, war es von großer Bedeutung, festzustellen, ob tatsächlich dieser Organismus gleichzeitig menschen- und pflanzenpathogen ist. Nun konnte schon in einer früheren Arbeit *Friedemann* zeigen, daß ein aus Pflanzen kultivierter Stamm in Warmblütlern zwar keine Krebsgeschwüre, wohl aber deutliche Krankheitserscheinungen hervorrufen kann. Über den reziproken Fall

berichten die neueren Untersuchungen von *Friedemann* und *Magnus*. Eine aus eitrigen Darmgeschwüren gezüchtete, mit *B. tumefaciens* völlig übereinstimmende Form verursachte auf Pelargonien und Kartoffelpflanzen sehr ausgeprägte Tumorbildungen. Es ist das Ziel weiterer Experimente, zu ermitteln, ob *B. tumefaciens* auch in tierischen Geweben krebstartige Geschwülste hervorzurufen vermag.

Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. (*R. Fechner*, Zeitschr. f. Bot. Bd. 7, 1915.) Die Angaben von *Schindler* und *Pringsheim* über das Vorhandensein von Chemotaxis bei Cyanophyceen sind vom Verfasser bestätigt worden. Um das chemotaktische Verhalten der Organismen — meistens wurde *Oscillatoria formosa* als Versuchsobjekt verwendet — zu veranschaulichen, wandte er folgendes Verfahren an: Auf eine Kieselgallerteplatte, die als Substrat diente, wurde mittels zweier Filtrierpapierstreifen von der einen Seite der Reizstoff, von der anderen destilliertes Wasser zugeleitet. Dadurch wurde ein gleichmäßiger Diffusionsstrom erzielt. Es zeigte sich nun, daß sich die Blaualgen in einer ganz bestimmten Zone zwischen den beiden Streifen besonders zahlreich ansammelten. Je stärker die Konzentration des Chemotaktikums war, desto weiter lagen die Anhäufungen von der Zuflußstelle des Reizstoffes ab. Für die mikroskopische Untersuchung wurde die Kapillarenmethode angewendet. Als Reizstoffe dienten vor allem verschiedene Säuren und Alkalien, ferner Alkohol, Harnstoff u. a. In allen Fällen wurden bloß negative Reaktionen beobachtet. Wurde der Kapillarenmund dem voraneilenden Ende genähert, dann erfolgte Umkehr, während im entgegengesetzten Fall die Bewegung des Fadens ungestört weiterging. Eigenartig war die Reaktion, wenn zu gleicher Zeit beide Enden gereizt wurden. Nun zeigte natürlich sowohl das vordere als das hintere Ende das Bestreben, die hohe Konzentration zu verlassen, und infolgedessen bildete der Faden in der Mitte eine Schlinge. Dies konnte so weit getrieben werden, daß sich die Oscillarie zopfförmig aufrollte. Notwendigerweise müssen bei so starken Formveränderungen starke Zerrungen auftreten, und so ist es verständlich, daß in einem Fall der Faden in der Mitte durchriß. Nähert man die Kapillare dem Organismus von der Seite, so daß der Abstand von den Enden gleich groß ist, dann erfolgt keine Reaktion. Wirkte der Reiz unter einem spitzen Winkel, dann trat nie eine Einstellung in die Reizrichtung ein. Die Möglichkeiten der Reaktionsweise sind also sehr beschränkt. Nähert sich der Organismus geradenwegs oder schief einer schädigenden Konzentration, dann kehrt er einfach um, vollzieht eine „Fluchtreaktion“. Wir haben es hier also mit einem typischen Fall von Phobotaxis zu tun. Auf welche Weise die Bewegungen der Cyanophyceen erfolgen, war bisher noch nicht klar gestellt. Verfasser macht es wahrscheinlich, daß hierbei regulatorische Schleimausscheidung von entscheidender Bedeutung ist, und zwar geschieht die Sekretion an dem vorankriechenden Ende. Die bei der chemischen Reizung erzielte Umkehr wird dadurch herbeigeführt, daß nun die Schleimausscheidung am Hinterende das Übergewicht erhält. Und da nun nach den Feststellungen des Verfassers die Perzeption mutmaßlich bloß an den Fadenenden stattfindet, so sind die Glieder der Reizkette folgende: „Die Perzeption des chemischen Reizes an einer Spitze, die Leitung dieses Reizes zum anderen Ende des Fadens, die dort nunmehr erfolgende

vermehrte Schleimausscheidung und endlich die Reizbewegung des Fadens selbst."

Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. (Tröndle, Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. 51, 1915.) Es ist eine bekannte Tatsache, daß die morphologischen Charaktere eines Organismus nach ganz bestimmten Gesetzen variieren. Untersucht man z. B. das Gewicht einer großen Menge von Samen derselben Mutterpflanze, und trägt man die einzelnen Gewichtsteile auf der horizontalen, die Zahl der aufgetretenen Fälle auf der vertikalen Achse eines Koordinatensystems auf, dann erhält man eine Kurve, die in ihren wesentlichen Zügen mit der Binomialkurve \pm übereinstimmt. Verf. zeigt nun in seiner interessanten Arbeit, daß genau dasselbe auch für bestimmte physiologische Merkmale, nämlich die geotropischen Reaktionszeiten von Avena- und Lepidiumkeimlingen gilt. Reizt man einen größeren Satz von Versuchspflanzen geotropisch, dann tritt nicht bei allen Individuen die Krümmung zu derselben Zeit ein, sondern die Werte gruppieren sich um einen mittleren Betrag. Wendet man das graphische Verfahren an, dann erhält man eine annähernd symmetrische Kurve, die wiederum der Binomialkurve entspricht. Ersetzt man die Schwerkraft durch Zentrifugalkraft, dann hat man es in der Hand, mit verschiedenen, beliebigen Intensitäten zu reizen. Dabei zeigte es sich nun, daß die Kurvengestalt sich im großen und ganzen nicht ändert. Nur erscheinen die Kurven gegeneinander verschoben, derart, daß bei hohen Intensitäten der Gipfel nach links, bei niederen nach rechts wandert. Dasselbe gilt nicht nur von der Reaktions-, sondern auch von der Präsentationszeit. Dieses Wandern des Gipfels hängt damit zusammen, daß für den Geotropismus ebenso wie für den Heliotropismus das Reizmengengesetz gilt, d. h. Krümmung wird dann erzielt, wenn das Produkt Reizintensität \times Reizdauer einen bestimmten konstanten Wert erreicht. Je stärker die Intensität ist, desto kürzer ist die Präsentations- und ebenso die Reaktionszeit. Von Bedeutung ist nun, daß Verfasser feststellen konnte, daß Präsentations- und Reaktionszeit korrelativ variieren, daß also die Individuen mit kleinster Präsentationszeit auch die kürzeste Reaktionszeit besitzen. Ferner konnte Verfasser auf Grund der variationsstatistischen Methode seine alten Befunde, wonach die Differenz zwischen Reaktions- und Präsentationszeit einen konstanten Wert darstellt, bestätigen. Diese Zeit, vom Verfasser als Transmissionszeit bezeichnet, dient dazu, die Krümmungsprozesse einzuleiten. Aus der gefundenen Konstanz folgt, daß diese Vorgänge bei Anwendung hoher Intensitäten ebensoviel Zeit beanspruchen wie bei niederen. Wird die Reizung länger fortgesetzt, als der Präsentationszeit entspricht, dann wird dadurch die Reaktionszeit nicht geändert. Setzt man dagegen die Keimlinge nicht dauernd, sondern intermittierend der Zentrifugalkraft aus, dann wird die Reaktionszeit um so viel verlängert, als die Pausen betragen. Als wichtiges Ergebnis aus seinen Versuchen bezeichnet Verfasser, daß man ebenso wie in der Vererbungslehre auch in der Reizphysiologie individuelle und kollektive Variabilität unterscheiden kann: der individuellen Variabilität entspricht das schwankende Verhalten einer größeren Keimlingsserie bei derselben Intensität der Zentrifugalkraft; die kollektive Variabilität äußert sich in den Verschiebungen der Zeitkurven bei An-

wendung verschiedener Kräfte. Die Anwendung all dieser Begriffe auf ein neues Gebiet ist ungemein fruchtbar und wird zweifellos zu weiteren derartigen Forschungen anregen.

Die Crataegomespili von Bronvaux. (Joh. Meyer, Zeitschr. f. indukt. Abst. XIII, 1915.) Die unter dem Namen Crataegomespili schon seit längerer Zeit bekannten Pfropfbastarde zwischen Crataegus monogyna und Mespilus germanica sind bei einer Pfropfung einer Mispelkrone auf einen Weißdornstrauch entstanden, also in entsprechender Weise wie die Pfropfbastarde von Solanum. An der Verwachsungsstelle brachen 2 Knospen hervor, die sich bei ihrer weiteren Entwicklung deutlich als Mischbildungen zwischen Reis und Unterlagen bekundeten. Die eine Form, Crataegomespilus Asnieresii, steht Crataegus sehr nahe, unterscheidet sich aber von ihm hauptsächlich durch das Vorhandensein von Haaren, die mit Mespilus übereinstimmen. Die andere Form, Cr. Dardari dagegen zeigt starke Anklänge an die Mispel, der gegenüber jedoch vor allem der Besitz von verzweigten Blütenständen auffällt. Eine eingehende anatomische Analyse hat nun ergeben, daß es sich hier wie bei den Solanumbastarden und wie bei Cytisus Adami um Periklinalchimären handelt, und zwar enthalten beide Formen einen Crataeguskern, während Cr. Asnieresii einen einschichtigen, Cr. Dardari einen zweischichtigen Mantel von M. germanica besitzt. Dies konnte auf Grund der verschiedensten anatomischen Merkmale, wie der Form der Chromosomen, des Vorhandenseins oder Fehlens von Anthocyan in Antheren, Kronblättern und Früchten, der Verdickungsweise der Gefäße usw., einwandfrei festgestellt werden. Da nun die Geschlechtsorgane von den subepidermalen Schichten gebildet werden, so ist es verständlich, daß die Samen von Cr. Asnieresii zu reinen Crataeguspflanzen heranwachsen. Von Cr. Dardari konnten bisher keine Nachkommen erzielt werden, doch stimmen die Pollenkörner, wie es ihrem Bildungsherd entspricht, völlig mit der Mantelkomponente überein. Wie bei Cytisus Adami, so treten auch bei den Crataegomespilis häufig Rückschläge nach beiden Ausgangsformen ein. Mespilusrückschläge entstehen dann, wenn ausnahmsweise die peripheren Schichten perikline Zellteilungen aufweisen. Und da dies häufiger bei der zweiten als bei der äußersten Schicht der Fall ist, so ist verständlich, daß die Neigung zu Mespilusrückschlägen bei Cr. Dardari stärker ist. Crataegusrückschläge treten dann auf, wenn durch irgendwelche äußeren Umstände die Randschichten absterben, und deshalb die Seitenknospen ausschließlich auf Kosten des Kerns gebildet werden. Und da diese Störungen nicht immer die ganze Knospe zu treffen brauchen, so begreift man, daß bei diesen Seitensprossungen auch Sektoralchimären auftreten können, die auf der einen Seite Crataeguscharakter besitzen, während die andere im Zustande der Periklinalchimäre verharret. Solche Bildungen, die natürlich der verschiedenartigen Belaubung wegen sehr auffällig sind, wurden wiederholt beobachtet. Wird bei einer Cr.-Dardari-Form nur die äußerste Schicht von der Zerstörung betroffen, dann besitzt die Seitenknospe nur einen einschichtigen Mespilmantel und entwickelt sich zu Cr. Asnieresii. Für diesen Vorgang, der eine Überführung der einen Chimärenform in die andere bedingt, schlägt Verf. die Bezeichnung „Umschläge“ vor.

Peter Stark, Leipzig, Botan. Institut.

Oenothera gigas nanella, a Mendelian mutant. Von Hugo de Vries (*Botanical Gazette*, Chicago, November 1915). In Kreuzungen mit *Oenothera Lamarckiana* pflegen die Mutanten dieser Form den Mendelschen Gesetzen nicht zu folgen. Namentlich nicht die Zwerge. Eine Ausnahme bildet *O. gigas*, wenn man sie mit ihren eigenen Zwergen *O. gigas nanella* kreuzt. Demzufolge entstehen die Zwerge hier aus dem reinen Stamme, ohne Kreuzungen, teilweise als unmittelbare Mutationen, teilweise aber auch als Hybridmutanten, d. h. als Gigaspflanzen von normaler Statur, welche aber nach Selbstbefruchtung sich in ihren Nachkommen nach dem Gesetze für Monohybriden spalten. Man darf daraus folgern, daß solche Hybridmutanten aus der Kopulation einer mutierten mit einer unveränderten Sexualzelle hervorgehen. Autoreferat.

Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die mutierenden Oenotheren. Von Hugo de Vries (*Biolog. Centralblatt* Bd. XXXVI, Nr. 1, Januar 1916). J. C. Willis hat die endemischen Pflanzen von Ceylon mit Rücksicht auf die äußeren Umstände, unter denen sie entstanden sein müssen, ausführlich geprüft. Manche Arten wachsen dort offenbar noch an demselben Ort, wo sie entstanden sind, und verdanken ihre Entstehung zweifelsohne in vielen Fällen nur einer einzigen Mutation. Vergleicht man nun die Unterschiede zwischen solchen Arten und ihren nächsten Verwandten oder vermutlichen Vorfahren mit den Unterschieden, welche sich im Versuchsgarten zwischen den Mutanten der Oenotheren und ihren nachweislichen Mutterarten beobachten lassen, so findet man eine auffallende Über-

einstimmung. Man darf daraus folgern, daß die experimentellen Mutationen bei den Oenotheren den artenbildenden Prozessen der freien Natur durchaus analog sind. Autoreferat.

Vergleichende Züchtung von Pflanzen auf Muschelkalk und Sand. In einer vorläufigen Mitteilung im *Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik* (Bd. XI, S. 53) gibt Prof. Dr. M. Büsgen einige Versuche mit Pflanzen von *Digitalis purpurea* (Fingerhut) und *Sarothamnus scoparius* (Besenpfriem) bekannt, die zu Vergleichszwecken auf Sand und Muschelkalk herangezogen waren. Es ergab sich, daß die Keimlinge der hier genannten Pflanzen, die in der freien Natur nur ganz ausnahmsweise auf kalkreichem Boden vorkommen, bei der künstlichen Pflege und Heranzucht auf Kalk bleichsüchtig werden, dann aber zum Teil sich erholen und auch zur Blütenbildung und Fruchtbildung gelangen können. Verf. glaubt nach seinen bisherigen Beobachtungen, daß diese kalkmeidenden Pflanzen einen gegen Kalk besonders empfindlichen Jugendzustand besitzen, und daß während dieser Zeit bei den auf Kalk gebauten Pflanzen ein Kalküberschuß und wohl auch Kalimangel vorhanden ist, beides Erscheinungen, aus denen sich die krankhafte Empfindlichkeit leicht erklären lasse. Genauere Aschenuntersuchungen der Pflanzen in verschiedenen Lebensaltern müßten allerdings darüber erst Aufschluß geben. Eine ausführlichere Mitteilung wird noch an anderem Orte erscheinen.

B. Heinze, Halle a. d. S.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

1. März.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Herr A. Rothpletz legte vor: *Versteinerungen aus Nordamerika*, die von dortigen Geologen als Bewohner der Erde zur archaischen Zeit beschrieben worden sind. Die mikroskopische Untersuchung der Stücke, welche der Redner 1906 und 1913 drüben gesammelt hat und die jetzt in der Münchener geologischen Staatssammlung aufgestellt sind, ergab: daß das Eozoon das unzweifelhafte Produkt einer von einer Gabbrointrusion auf ein dolomitisches Kalklager ausgeübten Metamorphose, sicher aber keine Versteinerung ist; daß hingegen das Cryptozoon ein eigenartiger Hydrozoontypus und Antikokania eine lithistide Spongie ist. Da Versteinerungen von solchem Typus aus den cambrischen Ablagerungen längst bekannt sind, so ergibt sich, daß auch diese wahrscheinlich dem Eocambrium angehören und nicht imstande sind, das Dunkel aufzuhellen, welches zurzeit noch über den ersten Anfängen des Lebens auf der Erde ausgebreitet ist.

(Erscheint in den Abhandlungen.)

Herr W. C. Röntgen legte für die Sitzungsberichte eine Arbeit von E. Wagner vor: *Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen, II*. Die Mitteilung bringt die Fortsetzung der Messungen der charakteristischen Absorptionswellenlängen im Röntgenspektrum der K-Serie für Elemente höheren Atomgewichtes bis Erbium und eine Bemerkung über das Linienspektrum der L-Serie einiger Schwermetalle.

Herr A. Pringsheim legte eine Abhandlung von Georg Faber (Straßburg i. E.) vor: *Neuer Beweis eines Koebes-Bieberbachschen Satzes über konforme Abbildung*.

Der fragliche Satz besagt folgendes: Wird vermittelt einer Beziehung von der Form: $Z = a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \dots$ ein schlichtes Z -Gebiet mit der Begrenzung c auf die Kreisfläche $|z| \leq 1$ abgebildet, so ist für alle Stellen von c : $|z| \geq \frac{1}{4}$, und es wird der Wert $\frac{1}{4}$ überhaupt nur dann und zwar an einer einzigen Stelle P erreicht, wenn c aus der geradlinigen Verlängerung $P \infty$ des Strahles OP besteht.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

4. März.

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitz: Herr Bütschli.

Es wurden folgende Arbeiten eingereicht:

1. W. Deecke (Freiburg): *Paläobiologische Studien*. In den paläobiologischen Studien werden an vorzugsweise fossilem Material die Änderungen in der äußeren Form verschiedener Invertebratengruppen durch die Lebensweise besprochen, so Konvergenzerscheinungen, das Aussterben und Vicariieren von Typen, das Festwachsen und Freiwerden, das ausschließliche Vorwalten gewisser Species und ähnliche Fragen zusammenfassend behandelt.

2. R. Lieske (d. Z. Karlsruhe): *Serologische Studien mit einzelligen Grünalgen*. Vorgelegt von Herrn Klebs. Um die Anwendbarkeit der gebräuchlichsten serologischen Methoden für Algenuntersuchungen zu prüfen, wurden 15 verschiedene Algenarten reinkulti- viert. Die Immunisierung der Versuchstiere geschah durch intravenöse und intraperitoneale Injektion lebender oder abgetöteter Algen. Die angewendeten

Algen waren für Kaninchen, Meerschweinchen und Frösche nicht pathogen. Von den serologischen Reaktionen gaben besonders die Agglutination und die Komplementbindung gute Resultate. Die gewonnenen Immunsera sind artspezifisch und geben bei verwandten Arten eine Mitreaktion, so daß die serologischen Methoden ein brauchbares Hilfsmittel zur Erforschung der niederen Algen darstellen.

3. W. Kruse (d. Z. im Felde): *Über die Einstellungsfehler bei Deklinationsmessungen mit hellen Fäden*. Vorgelegt von Herrn Wolf. Bei der mikrometrischen Ausmessung eines Sternhaufens durch den Verfasser hatten sich ziemlich beträchtliche Abweichungen schwächerer Sterne für verschiedene Abende ergeben. Es wird versucht, die Ursache des Fehlers durch zwei verschiedenartige Beobachtungsreihen aufzudecken, was bis zu gewissem Grade gelingt. Die Messung mit dem beleuchteten Faden wird bei schwächeren Sternen unterbrochen, bevor der Stern unter der genauen Mitte des Meßfadens steht. Bei dem benutzten Fernrohr beginnt sich die Erscheinung etwa von der 11.2. Größe an zu zeigen, also von einer festen Helligkeitsschwelle an.

4. M. Wolf (Heidelberg): *Geschichtete Emission im Nebelfleck H IV 39 Argus*. Es wird gezeigt, daß die Anordnung der Materie in diesem ringförmigen Nebelfleck jener im Leyernebel entspricht. Die Emissionen der Gase liegen in verschiedenen hohen Niveaus.

5. G. Klebs (Heidelberg): *Zur Entwicklungsphysiologie der Farnprothallien*. Die Abhandlung weist nach, daß die Entwicklung der Geschlechtsgeneration eines

Farnkrauts (*Pteris longifolia*) von der Lichtintensität abhängt, wenn man ununterbrochen beleuchtet und alle anderen Bedingungen konstant hält. Jede der einzelnen Stufen der Entwicklung, wie Keimung, Rhizoidbildung, Wachstum der Zellen, Quer- und Längsteilung, Bildung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane steht in einem besonderen Verhältnis zur Lichtintensität. Jede läßt sich von der anderen trennen. Die Ergebnisse der Versuche lehren, daß die Entwicklung der Geschlechtsgeneration aus einer einzigen Zelle der Spore weder in ihr erblich fixiert vorliegt, noch durch Kräfte unbekannter Art bestimmt wird, sondern nur unter der notwendigen Mitwirkung der äußeren Bedingungen erfolgt und als ein rein physikalisch-chemischer Vorgang aufzufassen ist.

Sodann wurden zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten Unterstützungen im Gesamtbetrage von 3300 Mark bewilligt.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

9. März.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

Herr Beckmann spricht über die praktische Bedeutung der *Fucus*- und *Laminaria*-Arten. Nach dem Bericht über die bisherigen Versuche wird erörtert, was für und gegen die Verwendung zu sagen ist und wie sich die Praxis zu der Frage gestellt hat.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. März 1916.

Über eine neue Serie (I-Reihe) in den Hochfrequenzspektren der Elemente; von Manne Siegbahn.

Rotationsspektrum des Wasserdampfs; von H. Rubens und G. Hettner. Das Rotationsspektrum des Wasserdampfs, d. i. derjenige Teil seines langwelligen Spektrums, in welchem die Emission und Absorption der Strahlung durch die Rotation der Gasmoleküle bewirkt wird, wurde zwischen 9 und 35 μ spektrobolometrisch untersucht. Es sind in diesem Gebiet 33 Absorptionsstreifen festgestellt worden, welche sich in zwei Reihen mit angenähert konstanter Differenz der Schwingungszahlen ordnen lassen. Die Versuchsergebnisse bestätigen die Schlüsse, welche man auf Grund der Bjerrumschen Theorie aus der Struktur der kurzwelligen Absorptionsbanden auf die Beschaffenheit des langwelligen Spektrums ziehen kann, und sind in Übereinstimmung mit der Quantenhypothese.

Bemerkung zur quantentheoretischen Deutung der Rubens-Hettnerschen Spektralmessungen; von Max Planck. Es wird untersucht, ob die Annahme, daß die selektive Absorption den Gesetzen der klassischen Elektrodynamik folgt, mit den Messungsergebnissen in Einklang zu bringen ist. Das Ergebnis lautet bejahend, wofür man voraussetzt, daß die im Absorptionsspektrum beobachteten Maxima nicht von eigentlicher Absorption, d. h. von Verwandlung strahlender Energie in Molekularbewegung herrühren, sondern von Zerstreuung, d. h. von Verwandlung gerichteter Strahlung in diffuse Strahlung.

Archiv für Elektrotechnik; Band IV, Heft 3.

Über den Wechselstromwiderstand von kurzen Spulen aus Litze; von W. Rogowski. Der Verfasser hat im III. Bande des Archivs eine Formel für den Wechselstromwiderstand einer langen Spule aus Litze aufgestellt. Diese Formel wurde nun, ohne ihr ein Korrektionsglied zu geben, mit Messungen von Alexander Meißner verglichen, die dieser an kurzen Spulen

aus Litze ausgeführt hatte (Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie 1909, S. 57). Es ergab sich eine gute Übereinstimmung, selbst noch bei Spulen, deren Höhe und Breite gleich waren. Die Formel des Verfassers kann somit auch auf kurze Spulen angewendet werden.

Bemerkungen zur Theorie der Eisenverluste in Spulenkernen; von H. Lorenz. Nach Ableitung der Feldgleichungen im Eisenkern einer Spule werden diese zur Berechnung der zeitlichen Änderung der elektromagnetischen Energie benutzt, die dabei in Hysteresis- und Wirbelstromarbeit zerfällt. Die bisher übliche Berechnung der letzteren wird kurz besprochen und darauf ein Näherungsverfahren entwickelt, welches auf dem der Elastizitätslehre analogen Satz des Extremums der Wirbelstromarbeit beruht. Das Verfahren wird auf dünne Platten sowie auf Drähte angewandt und die formale Übereinstimmung der Resultate mit denen der Torsion aus der Analogie zwischen den elektrischen und elastischen Gleichungen nachgewiesen.

Geometrisches zur elektrischen Festigkeitsrechnung; von J. Spielrein. Es wird gezeigt, daß in einem gleichzeitig quellenfreien und wirbelfreien (Laplaceschen) Feld eine Differentialbeziehung zwischen der Feldlinienkrümmung und der mittleren Krümmung der Orthogonalflächen bestehen muß. Die Divergenz und der Rotor des Feldvektors werden mit Hilfe dieser beiden Krümmungen und der Ableitungen des Feldvektorbetrages dargestellt. Als Anwendung wird die Feldverteilung einer Hochspannungsdurchführung untersucht für den Fall, daß ihre Potentialflächen annähernd konaxiale Katenoide sind.

Versuch einer Bestimmung der in Ölschaltern auftretenden Drucke; von L. Fleischmann. Bei Öffnen eines Ölschalters unter Strom entsteht ein Lichtbogen, der unter Umständen eine Explosion des Schaltkastens zur Folge haben kann. Verfasser versucht nun zunächst unter der Annahme, daß die gesamte Energie des Lichtbogens zur Formänderungsarbeit des Kastens verbraucht wird, bei Zugrundelegung eines kugelförmigen Gefäßes die Druckbeanspruchungen der Wandungen zu berechnen. Die hohen Werte der Drucke, die

sich hierbei ergeben, zeigen, daß es nötig ist, auch die thermischen Vorgänge zu berücksichtigen. Unter den Voraussetzungen, daß ein Teil der Flüssigkeit vollständig verdampft, die kritische Temperatur hierbei überschritten wird und die ganze so entstandene Gasmenge die Temperatur des Lichtbogens annimmt, gelangt man zu einer Formel für die Drucke, die eine bessere Annäherung an die Wirklichkeit darstellt.

Archiv für Elektrotechnik; Band IV, Heft 4.

Die magnetische Leitfähigkeit im Hochfrequenzmaschinenbau; von R. Faßbender. Es wird der im Elektromaschinenbau gebräuchliche Begriff der magnetischen Leitfähigkeit in die Berechnung hochfrequenter magnetischer Kreise eingeführt. Die sich daraus ergebenden Formeln sind für die praktische Durchrechnung solcher Kreise besonders bequem. Es wird gezeigt, wie die Formeln sowohl für geschlossene streuungslose als auch für beliebig zusammengesetzte Kreise mit Streuung angewendet werden können.

Es wird ein magnetischer Kreis für die Frequenz 10 000 zahlenmäßig durchgerechnet, der in Reihe geschaltet, aus einem Joch- und Schenkelstück aus Schmiedeeisen von kreisrundem Querschnitt, zwei Schlußstücken aus Blechpaketen und einem Luftspalt besteht. Das Zahlenbeispiel zeigt, daß irgendwelche Schwierigkeiten bei der Durchrechnung auch komplizierter magnetischer Kreise für Hochfrequenz nicht bestehen.

Die Feldverteilung und Wirbelstrombildung in den Ankern von Dynamomaschinen bei Ummagnetisierung durch hochperiodige Wechsel- und Drehfelder; von L. Dreyfus. Den Ausgangspunkt bildet die Studie von J. Thomson über die Wechselstrommagnetisierung von Transformatorblechen. Der Verfasser berichtet zuerst über die Hauptresultate dieser Arbeit. Darauf dehnt er die Untersuchung auf den Fall aus, daß der magnetische Kreis durch einen kleinen Luftspalt unterbrochen ist, und findet, daß sich die Feldverzerrung in der Regel nicht auf den Luftspalt überträgt.

Es gelingt dem Verfasser, zu zeigen, daß trotz der grundverschiedenen Kraftlinienströmung bei Magnetisierung von Dynamoankern die Verteilung der Induktions- und Wirbelstromdichte über die Blechbreite der Verteilung derselben Größen beim Transformator durchaus ähnlich ist. Andere Hauptformeln der Transformatortheorie lassen sich sinngemäß auf die Ummagnetisierung von Dynamoankern durch sinusförmige Wechsel- und Drehfelder übertragen.

Geographische Zeitschrift; Februar 1916.

Die Türken und das Osmanische Reich; von Eugen Oberhummer. I. Die ethnischen Grundlagen. Die Türken als Teil der ural-altaischen Völkerfamilie. Die Zusammengehörigkeit und sprachwissenschaftliche Erforschung dieses Stammes. Der türkische Zweig im besonderen und die einzelnen Völker desselben, in Rußland als „Tataren“ bezeichnet. Versuch einer Berechnung der Gesamtzahl der Turkvölker: mindestens 30 Millionen, davon 15 Millionen im Russischen Reich. Sprachliche Einheit der Turkvölker bei großer Verschiedenheit der Rassenmerkmale. Durch Wanderungen und Mischungen mit unterworfenen Völkern hat ein großer Teil der Türken, insbesondere die Osmanen, den ursprünglich mongoloiden Typus bis zu dessen völligem Verschwinden variiert. Die beigegebene Tafel zeigt 4 Aufnahmen von R. Pöck von russischen Tataren aus den Gefangenlagern.

Die wirtschaftliche Erschließung des peruanischen Gebietes am Madre de Dios; von Rud. Hartwig, wird seit Jahren von der peruanischen Regierung mit großem Interesse angestrebt. Das Hauptbestreben geht

dahin, diesen wichtigen Gummidistrikt an eine neue Eisenbahnlinie nach dem Stillen Ozean anzuschließen, um auf diese Weise die Durchfahrt durch Bolivien und Brasilien zu vermeiden und Zölle zu ersparen. Dieses Gebiet ist Zukunftsland, um das sich auch die Bolivianer als Nachbarn lebhaft und mit Erfolg bemüht haben, so daß die Gummiverschiffungen von hier nach dem Atlantischen Ozean ungefähr $2\frac{1}{2}$ -mal höher sind wie nach dem Stillen Ozean. Trotzdem der Wasserweg über Bolivien kürzer ist, würde, sobald der Panamakanal erst einmal eine sichere Verbindungsstraße sein wird, die Ausfuhr nach dem Stillen Ozean wesentlich kaufmännische Vorteile bieten, die in erster Linie Peru zugute kommen würden.

Archiv für Protistenkunde; Band 36, Heft 2, 1916.

Über die Wirkung des Glycerins auf Protisten und Pflanzenzellen; von Kurt Behrend. Die Wirkung des Glycerins wurde bei Trypanosoma, Colpidium, Spirochäten, Bakterien, Spirogyra und Characea untersucht. Infolge der Wasserentziehung findet eine Veränderung des Zellplasmas statt, und in der Folge hiervon eine Formveränderung. Lösungen unterhalb einer bestimmten Grenze zeigen keine wahrnehmbare Einwirkung auf die Organismen; bei Colpidium war bei einer bestimmten Lösung eine ganz außerordentliche Vermehrung zu konstatieren. Individuelle Resistenzunterschiede sind wahrscheinlich auf Intensität des Stoffwechsels zurückzuführen, auch Resistenzunterschiede verschiedener Stämme wurden beobachtet. Die Vermehrungsfähigkeit wird eher geschädigt als die Beweglichkeit; der Vorgang der Teilung an sich scheint aber nicht beeinträchtigt zu sein. Abweichend von den übrigen Organismen verhielten sich die Bakterien, die ebenso wie das chromatische Material sehr widerstandsfähig sind; beide bestehen nach Mereschowsky aus Mykoplasma, im Gegensatz zum Zellplasma, dem Amöboplasma. Die Chlamydozoen und andere filtrierbare Vira, die gleichfalls sehr resistent gegen das Glycerin sind, sind wahrscheinlich erst sekundär durch Rückbildung des Amöboplasmas infolge intensiver Symbiose mit den Wirtszellen rein mykoplasmatisch.

Die schwarzen Sporen (black spores) bei der Malariainfektion im Mückenkörper; von S. L. Brug. Tatsächliches: Die physikalischen, chemischen und morphologischen Eigenschaften der „black spores“ machen es höchstwahrscheinlich, daß dieselben Chitin gebilde sind. Diese Annahme ergibt sich aus ihren Eigenschaften. Die schwarzen Sporen besitzen keine Eigenschaften, welche mit dieser Annahme in Widerspruch stehen. Und so werden die schwarzen Sporen besser „Chitinkörperchen“ bezeichnet. Hypothetisches: Das Einreißen der Cystenwand bildet für die Mücken den Reiz zur Chitinisierung des Cysteninhaltes. Der Augenblick, in dem die Chitinisierung beginnt, bestimmt die Form der zu bildenden Chitinkörperchen.

Über neue Arten und Membranverkieiselung bei Meringosphaera; von J. Schiller. Die Arbeit enthält die Beschreibung der neuen Arten *Meringosphaera Heuseni* und *M. triseta*. Die erstere liebt stark salziges Wasser, die letztere Brackwasser und kommt in den Bocche di Cattaro vor und im ausgesüßten Wasser an der italienischen Küste. Auch die geographische Verbreitung der anderen Meringosphaeraarten kennzeichnet sie als euryhalin mit einer gewissen Bevorzugung ausgesüßten Wassers.

Die neue Gattung Heterodinium in der Adria; von J. Schiller. Verfasser berichtet über zwei neue Arten dieser hauptsächlich aus dem Stillen und Atlantischen Ozean bekannten Gattung *H. crassipes* und *H. kofoidi* und bespricht ihre geographische Verbreitung und das zeitliche Auftreten. (Archiv f. Protistenkunde 36, S. 209, 1916.)

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 15.

14. April 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Individuen und Individualstoffe. Von *Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem*. (Fortsetzung.) S. 193.

Besprechungen:

Jellinek, Karl, Lehrbuch der physikalischen Chemie. Von *Alfred Coehn*. S. 198.

Ostwald, Wolfgang, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. Von *Werner Mecklenburg*. S. 200.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Reisen im Kleinen Kaukasus. Von *O. Baschin*. S. 200.

Biologische Mitteilungen. S. 202—204.

Ueber das Altern. Ueber den Mann von fünfzig Jahren. Oekologische Biogeographie Mitteleuropas.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle

Von

Dr. Hartwig Klut

Mitglied der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem

Dritte, umgearbeitete Auflage

Mit 33 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 4,60

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung

Ueber den Wert der Ortsbesichtigung

Entnahme von Wasserproben

Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle

Reihenfolge der Untersuchungen

Temperaturbestimmung

Klarheit und Durchsichtigkeit

Prüfung auf Farbe

Nachweis der organischen Substanzen

Bestimmung des Geruches

Bestimmung des Geschmacks

Prüfung auf salpetrige Säure

Prüfung auf Salpetersäure

Prüfung auf Ammoniakverbindungen und Härte

Prüfung auf Reaktion des Wassers

Bakteriologische Untersuchung

Prüfung auf Eisen

Prüfung auf Kohlensäure

Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffes

Prüfung auf Blei

Biologische Untersuchung des Wassers

Prüfung auf Mangan

Physikalische Untersuchungsmethoden

1. Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit natürlicher Wasser

2. Prüfung mit dem Wasser-Interferometer

Schemata für die Untersuchung von Grund- und Oberflächenwasser

Ueber normale chemische Zusammensetzung von Grund- und Oberflächenwasser

Metalle und Mörtelmaterial angreifende Wasser

Tabelle über die Wasserlöslichkeit einiger wichtiger chemischer Verbindungen (bei Zimmertemperatur)

Literatur

Register

Snellensche Schriftprobe 1,0

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

SAMMLUNG VIEWEG

TAGESFRAGEN AUS DEN GEBIETEN DER NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK

Erschienen sind:

- Diplomingenieur Paul Béjeuhr: *Der Blériot-Flugapparat und seine Benutzung durch Pégoud vom Standpunkte des Ingenieurs.* Mit 26 Abbildungen im Text. (Heft 3) M. 2,—.
- Prof. Dr. C. Doelter: *Die Farbe der Mineralien, insbesondere der Edelsteine.* Mit 2 Abbildungen (Heft 27) M. 3,—.
- Prof. Dr. Ed. Donath und Dr. A. Gröger: *Die flüssigen Brennstoffe, ihre Bedeutung und Beschaffung.* (Heft 7) M. 2,—.
- Dr. W. Fahrion: *Die Härtung der Fette.* Mit 4 Abbildungen im Text. (Heft 24) M. 3,—.
- Dr. W. Fahrion: *Neuere Gerbethoden und Gerbetheorien.* (Heft 28) M. 4,—.
- Dr. H. Faßbender: *Die technischen Grundlagen der Elektromedizin.* Mit 77 Abbildungen. (Heft 31) M. 3,20.
- Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Foerster: *Kalenderwesen und Kalenderreform.* (Heft 13) M. 1,60.
- Dr. C. Freiherr v. Girsewald: *Peroxyde und Persalze.* (Heft 2) M. 2,40.
- Prof. Dr. Bruno Glatzel: *Elektrische Methoden der Momentphotographie.* Mit dem Bilde des Verfassers und 51 Abb. (Heft 21) M. 3,60.
- Prof. Dr. A. Gockel: *Die Radioaktivität von Boden und Quellen.* Mit 10 Abbildungen im Text. (Heft 5) M. 3,—.
- Dr. Erik Hägglund: *Die Sulfitablaue und ihre Verarbeitung auf Alkohol.* Mit 6 Abbildungen. (Heft 29) M. 2,—.
- Dr. E. Hupka: *Die Interferenz der Röntgenstrahlen.* Mit 35 Abbildungen im Text und einer Doppeltafel in Lichtdruck. (Heft 18) M. 2,60.
- Prof. Dr. R. Kremann: *Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen.* Mit 20 Abbildungen. (Heft 19) M. 2,40.
- Dr. Erik Liebreich: *Rost und Rostschutz.* Mit 22 Abbildungen. (Heft 20) M. 3,20.
- Dr. A. Lipschütz: *Zur allgemeinen Physiologie des Hungers.* Mit 39 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. (Heft 26) M. 3,—.
- Dr. Stanislaw Loria: *Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem.* Mit 3 Abb. und einer Tafel. (Heft 4) M. 3,—.
- Prof. Dr. O. Lummer: *Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur.* Mit 50 Abbildungen. (Heft 9/10) M. 5,—.
- Prof. Dr. Albert Oppel: *Gewebekulturen und Gewebepflege im Explantat.* Mit Vorworten von Prof. Dr. P. Ehrlich und Prof. Dr. E. Abderhalden. Mit 32 Abbildungen im Text. (Heft 12) M. 3,—.
- Prof. Dr. med. et phil. Carl Oppenheimer: *Stoffwechselfermente.* (Heft 22) M. 2,80.
- Dr. Robert Pohl und Dr. P. Pringsheim: *Die lichtelektrischen Erscheinungen.* Mit 36 Abbildungen im Text. (Heft 1) M. 3,—.
- Dr. E. Przybyllok: *Polhöhen-Schwankungen.* Mit 8 Abbildungen im Text und auf drei Tafeln. (Heft 11) M. 1,60.
- Ingenieur D. Sidersky: *Brennereifragen: Kontinuierliche Gärung der Rübensäfte. — Kontinuierliche Destillation und Rektifikation.* Mit 24 Abbildungen im Text. (Heft 6) M. 1,60.
- Prof. Dr. Siegfried Valentiner: *Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung.* Mit 8 Abbildungen. (Heft 15) M. 2,60.
- Prof. Dr. Siegfried Valentiner: *Anwendungen der Quantenhypothese in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase.* Mit 4 Abbildungen. (Heft 16) M. 2,60.
- Dr.-Ing. M. Vidmar: *Moderne Transformatorenfragen.* Mit 16 Abbildungen. (Heft 30) M. 2,80.
- Prof. Dr. A. Waßmuth: *Grundlagen und Anwendungen der statistischen Mechanik.* Mit 4 Abbildungen. (Heft 25) M. 2,80.
- Privatdozent Dr. Alfred Wegener: *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane.* Mit 20 Abbildungen. (Heft 23) M. 3,20.
- Prof. Dr. Max B. Weinstein: *Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlenfeld.* (Heft 8) M. 2,—.
- Dr. Hans Witte: *Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Eine allgemeinverständl. Entwicklung des raumzeitl. Relativitätsgedankens bis zum Relativitätsprinzip.* Mit 17 Abbildungen. (Heft 17) M. 2,80.
- Prof. Dr. O. Zoth: *Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese.* Mit 3 Textfiguren und 10 Kurventafeln. (Heft 14) M. 2,80.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

14. April 1916.

Heft 15.

Individuen und Individualstoffe¹⁾.

Von Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem.

(Fortsetzung.)

Gibt es nun außer den bisher besprochenen Eigenschaften, die unter der Einwirkung äußerer Einflüsse auf innere Anlagen entstehen, noch andere Eigenschaften; besitzen z. B. die Individuen chemische Stoffe, die nicht ererbt sind und nicht vererbt werden? Das wären richtige *Individualstoffe*!

Von „Individualstoffen“ ist in der letzten Zeit wiederholt gesprochen worden²⁾. Die physiologische Chemie hat Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenarten aufgedeckt, die viel weiter gehen, als man früher angenommen hatte, wo man mehr das Gemeinsame sah. Obwohl z. B. das Blut der Wirbeltiere in seiner chemischen Zusammensetzung im allgemeinen übereinstimmt, haben wir jetzt doch allen Grund, anzunehmen, daß jede Tierspezies ihr eigenes Blutserum und ihr eigenes Hämoglobin besitzt, auch wenn sich der Unterschied nicht schon in der Kristallform verrät, wie beim Eichhörnchen und der Maus. Ebenso besitzt jede Milch, obwohl sie im allgemeinen einheitlich zusammengesetzt erscheint, außer quantitativen Unterschieden an den einzelnen Bestandteilen wahrscheinlich ihr besonderes Kasein. Kurz, es scheinen sich alle möglichen Zellen, Körperflüssigkeiten und Sekrete von Art zu Art durch spezifische Stoffe zu unterscheiden. Da liegt es nun nahe, noch einen Schritt weiter zu gehen und anzunehmen, daß auch jedes Individuum seine besonderen Stoffe besitzt.

Die Möglichkeit, daß solche Individualstoffe existieren, ist an und für sich nicht ganz ausgeschlossen, wenn man nur die Zahlen der dazu nötigen chemischen Verbindungen berücksichtigt, auch wenn jedes Individuum mindestens einen charakteristischen Stoff haben müßte. *Miescher*³⁾ hat wohl zuerst darauf hingewiesen, daß ein Eiweiß- oder Hämoglobinkomplex bei seiner enormen Größe und seinen vielen asymmetrischen Kohlenstoffatomen eine kolossale Menge von Stereoisomerien (Verbindungen, die sich nur in der Lagerung der Atomgruppen unterscheiden) er-

laucht. Bei 40 Kohlenstoffatomen im Molekül sind etwa 2^{40} , d. h. ungefähr eine Billion Stereoisomerien möglich. Diese Zahl ist an und für sich gewaltig, sie schrumpft aber doch zusammen, wenn man an die nötigen Ziffern denkt. Wie wir sehen werden, gehört z. B. der Roggen zu den Pflanzen, für die man Individualstoffe angenommen hat. Rechnet man die mit Roggen bebaute Fläche für Deutschland zu 6 Millionen Hektar, für Europa zu 41 Millionen, und nimmt an, daß auf dem Quadratmeter Acker 100 Roggenpflanzen stehen, so erhält man für jedes Jahr für Deutschland 6, für Europa 41 Billionen Roggenpflanzen. Soviel Isomerien einer Verbindung müßten zur Verfügung stehen, wenn jede Roggenpflanze ihren individuellen Stoff bekommen sollte.

Dazu kommt noch, daß, solange der Zufall die Verteilung besorgt, nur dann jede Pflanze eine andere isomere Verbindung bekommen kann, wenn die Zahl der zur Verfügung stehenden Verbindungen sehr viel größer ist als die Zahl der Pflanzen, die damit zu versorgen sind, wie eine kleine Rechnung leicht zeigt⁴⁾. Ist dies nicht der Fall, so wird sehr bald dieselbe Verbindung bei einem zweiten und dritten Individuum auftreten.

Solche Wiederholungen mögen vorkommen. Ich möchte überhaupt das Charakteristische der Individualstoffe nicht darin sehen, daß sie für jedes Individuum verschieden wären, sondern

¹⁾ Es sei die Zahl der Individuen so groß wie die Zahl der möglichen Isomerien, nämlich $= n$, und der Zufall entscheide nicht nur, was für ein Isomer jedesmal entsteht, sondern auch, welches Individuum dieses Isomer in jedem einzelnen Falle erhält. Dann stehen für das zweite Individuum nicht mehr n Isomerien zur Verfügung, sondern nur $n-1$ (eine hat ja schon das erste Individuum erhalten), für das dritte $n-2$, für das vierte $n-3$ usw., bis für das letzte Individuum nur noch ein Isomer übrig ist. Für das zweite Individuum sind die Chancen, ein anderes Isomer zu erhalten als das erste, $\frac{n \cdot (n-1)}{n \cdot n}$, für das dritte

$\frac{n \cdot (n-1) \cdot (n-2)}{n \cdot n \cdot n}$ usw., für das letzte $\frac{n!}{n^n}$. Dieser Wert $n!$ wird mit steigendem n sehr rasch verschwindend klein gegenüber den Potenzen von n . Für $n=2$ ist die Chance, daß jedes Individuum ein anderes Isomer bekommt, $\frac{1}{4}$, für $n=3$ ist sie $\left(\frac{6}{27}\right)$ etwa $\frac{1}{4}$, für

$n=4$ $\left(\frac{24}{256}\right)$ etwa $\frac{1}{11}$, für $n=5$ $\left(\frac{120}{3125}\right)$ etwa $\frac{1}{26}$, für $n=6$

nur $\left(\frac{720}{46656}\right)$, etwa $\frac{1}{68}$ usw. Nur dadurch, daß die Zahl der möglichen Isomerien größer ist als die der zu versiehenden Pflanzen, und zwar in einem Verhältnis, das sehr viel rascher zunimmt als die Zahl der Pflanzen, kann das ausgeglichen werden.

¹⁾ In gekürzter Form vor der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft vorgetragen am 22. Januar 1916.

²⁾ Die Literatur dafür ist später zitiert.

³⁾ F. Miescher, Histochemische und physiologische Arbeiten Bd. I, S. 122, 1897. Miescher hat dabei an Stoffe gedacht, die die Ursache spezifischer Unterschiede, nicht die Folge der Existenz verschiedener Erbanlagen sind, also an das Idioplasma.

darin, daß sie ohne eine erbliche Anlage entstehen müßten.

Diese Seite der Frage erregt viel ernsthaftere Bedenken. Ein solcher nicht von einer vererbten Anlage gebildeter Stoff müßte, sollte er wirklich für das Individuum charakteristisch sein, schon in der befruchteten Eizelle vorhanden sein. Seine Menge würde, da etwas von ihm in allen Zellen vorhanden sein müßte, natürlich während der Entwicklung des Individuums aus der Eizelle zunehmen müssen, und zwar gewaltig. *Nägeli*¹⁾ hat einmal ausgerechnet, daß eine große Linde im blattlosen Zustand etwa 2000 Billionen Zellen enthält, die alle aus der einen befruchteten Eizelle hervorgegangen sind. Nehmen wir auch an, daß in der Eizelle relativ sehr viel mehr von der individuellen Substanz vorhanden war, so wäre doch ihre Vermehrung auf das Vielbillionenfache nötig. Wie sollte die nun vor sich gehen? Daß fortwährend immer wieder zufällig dieselbe Verbindung, z. B. dasselbe Isomer, neu entstünde, ist ganz unwahrscheinlich. Entweder muß sich der betreffende Stoff direkt, als solcher selbst, in dem Maße vermehren können, als der Organismus an Masse zunimmt; der Stoff muß also *Wachstum* zeigen. Oder er wird von einer Substanz gebildet, die ihrerseits dieses Wachstum zeigt. Im ersten Falle würde der Stoff einen Bestandteil der lebenden Substanz selbst ausmachen. Dann würde er aber nicht in jedem Individuum neu entstehen können, sondern von Vater und Mutter herkommen; es könnte also kein auf das Individuum beschränkter Stoff sein. Im zweiten Falle, wenn der Stoff nicht lebende Substanz wäre, sondern nur von der lebenden Substanz gebildet würde, träte das erst recht zu. Es wäre kein Individual-, sondern ein Linienstoff, für den eine Anlage vorhanden wäre, die ererbt wäre und weiter vererbt würde.

Diese Überlegung über die mögliche Herkunft stofflicher Merkmale scheint mir so zwingend, daß man von vornherein die Existenz richtiger Individualstoffe leugnen wird. Aber prüfen wir die Tatsachen, die zu ihrer Annahme geführt haben; lassen diese keine andere Erklärung zu, so müssen wir unsere theoretischen Vorstellungen über das Zustandekommen von Eigenschaften überhaupt einer Revision unterziehen.

Wir wollen von den verschiedenen Fällen, wo man von Individualstoffen gesprochen hat, zunächst einen ausscheiden, wo nach den eigenen Angaben des Autors darunter Linienstoffe zu verstehen sind. Nachdem *Franz Hamburger*²⁾ die chemischen Verschiedenheiten zwischen Arten eingehend besprochen hat, sagt er, es unterliege keinem Zweifel, daß die Differenz in der Anwesenheit biochemischer Atomkomplexe auch für verschiedene Individuen einer Rasse anzunehmen

sei (l. c. 28). Später äußerte er sich aber dahin, daß ein neugebildeter Organismus, der dem Zusammentritt zweier verschiedener Zellen derselben Spezies seine Entstehung verdankt, individuelle Eigenschaften besitzt, die einer Mischung der väterlichen und mütterlichen Individual-eigenschaften entsprechen (l. c. 64), oder daß „der neue Organismus, der aus beiden entstanden ist, eine feine biochemische Zusammensetzung hat, die einer Mischung von väterlichen und mütterlichen biochemischen Individualverschiedenheiten entspricht“ (l. c. 65). Die Annahme einer solchen Mischung der elterlichen Stoffe führt aber bald zu Ungeheuerlichkeiten, wenn man nicht ein Getrenntbleiben der Elternstoffe in den Kindern und ihre Trennung bei deren Keimzellbildung annimmt, kurz, das, was wir für die Erbanlagen nach den Beobachtungen an mendelnden Bastarden annehmen müssen. Die Individualstoffe *Hamburgers* sind also vererbte Linienstoffe, und nur ihre *Kombination* kann das für das Individuum Charakteristische sein.

*Abderhalden*³⁾, der durch seine Untersuchungen so viel zur Kenntnis der *arteigenen* Stoffe beigetragen hat, spricht eigentlich nur von diesen und weist bloß bei den „artspezifischen“ riechenden Prinzipien auch auf die „individuell-spezifischen“ hin. Auf diese Frage kommen wir später zurück.

Das „Individualplasma“ *R. Ficks*²⁾ fällt mit der Summe der Anlagen eines Individuums zusammen. *Fick* sagt: „Es steht nun aber, wie ich glaube, nichts im Wege, sondern wir sind im Gegenteil logisch gezwungen, noch einen Schritt weiter zu gehen, und nicht bloß für jede Art, sondern auch für jedes Individuum eine spezifische Plasmaart anzunehmen, in der alle Vorbedingungen für die ganze spezifische, individuelle Entwicklung und die Entstehung aller vererbten und erworbenen, vererbten individuellen Eigenschaften gegeben sind. Ich schlage für diesen Begriff den wohl nicht mißzuverstehenden Namen „Individualplasma“ vor.“ Auf das *Vererbtwerden* legt *Fick* besonderen Nachdruck. Er sagt auch, es müsse soviel Individualplasmaarten geben, als es verschiedene Individuen gibt. Damit ist aus dem Individualplasma das Linien-Idioplasma geworden, gegen das sich ja nichts einwenden läßt. Bei dieser Gelegenheit darf auf ein Mißverständnis *Ficks* hingewiesen werden. Er hält die Schaffung des *Individualplasmas* für nötig, weil das Idioplasma *Nägels* dem *Artplasma*, der Artzelle *Hertwigs*, *entspreche*. In Wirklichkeit sind beide, Idioplasma und Individualplasma, identisch. *Nägeli*³⁾ sagt ausdrücklich: „Jede wahrnehmbare

¹⁾ *E. Abderhalden*, Der Artenbegriff und die Artenkonstanz auf biologisch-chemischer Grundlage. Naturw. Rundschau, XIX. Jahrg., S. 559, 1904.

²⁾ *R. Fick*, Über die Vererbungssubstanz. Archiv f. Anatomie u. Physiologie, Anatom. Abteil. 1907, S. 105.

³⁾ *C. v. Nägeli*, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, S. 23, 1884.

¹⁾ *C. Nägeli*, Die Individualität in der Natur, S. 191.

²⁾ *Fr. Hamburger*, Arteigenheit und Assimilation. Leipzig und Wien, 1903.

Eigenschaft ist als Anlage im Idioplasma vorhanden; es gibt daher ebensoviele Arten von Idioplasma, als es Kombinationen von Eigenschaften gibt. Jedes *Individuum* ist aus einem etwas anders gearteten Idioplasma hervorgegangen“ usw. „Bei der Fortpflanzung vererbt der *Organismus* die Gesamtheit seiner Eigenschaften als Idioplasma“ usw.

Von den Tatsachen, zu deren Erklärung man das Vorhandensein von Individualstoffen herangezogen hat, will ich die *Selbststerilität* voranstellen, weil ich hier nach eigenen experimentellen Untersuchungen urteilen kann.

Wir kennen eine Reihe von Einrichtungen, durch die im Pflanzen- und Tierreich sehr oft dafür gesorgt wird, daß sich nicht die Keimzellen desselben Individuums zur Bildung eines neuen vereinigen. Dazu gehört die Geschlechtertrennung, die im Tierreich eine so große Rolle spielt, ferner bei zwittrig gebliebenen Organismen die ungleichzeitige Reifung der männlichen und weiblichen Keimzellen (Dichogamie) und die Einrichtungen, die bei gleichzeitiger Reife der beiderlei Keimzellen irgendwie die Vereinigung verhindern, z. B. durch räumliche Trennung (Herkogamie), oder durch *Selbststerilität*. Bei dieser letzteren können, wenn sie typisch ausgebildet ist, die männlichen Keimzellen die weiblichen desselben Individuums entweder gar nicht oder nur sehr schwer befruchten. Als ein Beispiel aus dem Tierreich nenne ich die Seescheide (*Ciona intestinalis*¹⁾, und als Beispiele aus dem Pflanzenreich die Feuerlilien unserer Gärten (*Lilium bulbiferum*, *croceum*, *dahuricum*), die Passionsblume (*Passiflora coerulea*), den Roggen (*Secale cereale*), das Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis*). Bringt man hier den Blütenstaub auf die Narbe einer Blüte derselben Pflanze (oder — wie das bei den Lilien leicht der Fall ist — auf die Narbe der Blüte einer Pflanze, die auf ungeschlechtlichem Wege, als Ableger oder Steckling, mit dem Pollenlieferanten zusammenhängt), so bleibt die Befruchtung (immer oder, beim Roggen, fast immer) aus. Wie *Jost* gezeigt hat, dringen die Pollenschläuche entweder gar nicht oder nicht tief genug in das Gewebe des Griffels ein; sie kommen nicht bis zu den Samenanlagen, die sie befruchten sollten.

Die Ursache ist in Stoffen zu suchen, die vom Narben- und Griffelgewebe gebildet werden und die richtige Keimung und weitere Entwicklung der Schläuche verhindern, sobald die Pollenkörner von demselben Individuum stammen, während sie die Keimung und weitere Entwicklung der Schläuche bei Pollenkörnern von fremden Individuen *nicht* hindern. Es liegen also *Hemmungs-*

*stoffe*¹⁾ vor, auf die nur die Pollenkörner desselben Individuums abgestimmt sind, während die Körner anderer Individuen unbeeinflusst bleiben.

Es ist auch leicht verständlich, daß diese Hemmung nicht in allen Fällen so absolut sicher zu funktionieren braucht, wie es z. B. bei den Feuerlilien der Fall ist, daß als einzelne Ausnahme doch einmal eine Befruchtung gelingen kann (beim Roggen), oder sogar häufiger und unter bestimmten äußeren Bedingungen regelmäßig gelingt. Das ist nach *Fritz Müller*²⁾ bei *Eschscholtzia californica* der Fall. Die Samen der in England selbstfruchtbar gefundenen Pflanzen gaben in Brasilien viel weniger fruchtbare Pflanzen. Ich selbst habe bei *Scrophularia Scopolii* beobachtet, daß derselbe Stock, der bei Selbstbestäubung im Sommer vollkommen versagte, im Herbst ziemlich gut ansetzte.

Es fragt sich nun, ob bei typisch ausgebildeter Selbststerilität jedes Individuum jedes andere (aus einem anderen Sexualakt entstandene) befruchten kann. *Jost*³⁾, dem wir die eingehendste Untersuchung über die Ursachen der Selbststerilität verdanken, war noch geneigt, das anzunehmen. Es hätte dann jedes Individuum seinen besonderen Hemmungsstoff, der ein richtiger Individualstoff wäre. Experimente lagen bis vor kurzem nur wenige vor. *Darwin*⁴⁾ konnte 5 selbststerile Pflanzen der Garten-Reseda alle untereinander erfolgreich bestäuben. Dagegen beobachtete *Morgan*⁵⁾ bei der Seescheide, daß durchaus nicht jede Kombination, bei der fremde Eier und Spermatozoen zusammengebracht wurden, gleich guten Erfolg (allgemeine Befruchtung) hatte, ja, daß in vielen Fällen überhaupt keine Befruchtung eintrat. Als Ursache für die Mißerfolge glaubte er die schädigende Wirkung von Blut und Körpersäften, die bei der gewählten Versuchsanstellung mit Eiern und Spermatozoen in Berührung kommen mußten, verantwortlich machen zu können, also Nebenumstände. *Fritz Müller*²⁾, der bei verschiedenen Arten der Malvaceengattung *Abutilon* Selbststerilität festgestellt hatte, fand schon vor langen Jahren bei seinen *Bastardierungen* zwischen diesen Arten, daß zwischen Eltern und Kindern, zwischen Geschwistern und selbst Halbgeschwistern ziemlich häufig mehr oder weniger vollständige Unfruchtbarkeit vorkommt. Er nahm freilich keine Vererbung der Stoffe an, die Unfruchtbarkeit mit eigenem Pollen bedingen, sondern sah darin eine Wirkung der allzu nahen Verwandtschaft. Die Tatsache selbst, daß nicht jedes selbststerile Indi-

¹⁾ *C. Correns*, Biol. Centralbl. Bd. 33, S. 399, 1913.

²⁾ *Fr. Müller*, Über einige Befruchtungserscheinungen. Botan. Ztg. 1869, Bd. 27, S. 224 (Gesamm. Schriften Bd. 1, S. 349).

³⁾ *L. Jost*, Über die Selbststerilität einiger Blüten. Botan. Ztg. 1907, S. 77.

⁴⁾ *Ch. Darwin*, Die Wirkung der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Stuttgart 1877, S. 322.

⁵⁾ *T. H. Morgan*, Some further Experiments on Selffertilization in *Ciona*. Biolog. Bull. Vol. VIII, Nr. 6, May 1905, und Cross and Selffertilization in *Ciona intestinalis*. Archiv f. Entw.-Mech. d. Organ. XXX. (Fest-) Band, II. Teil, 1910.

¹⁾ Entdeckt von *Castle*, untersucht vor allem von *T. H. Morgan* (z. B. Cross and Selffertilization in *Ciona intestinalis*. Archiv f. Entwicklungsmech. d. Organ. XXX. (Fest-) Band für Roux, II. Teil, 1910).

viduum mit dem Pollen jedes anderen, mit dem an sich eine geschlechtliche Vereinigung möglich ist, ansetzt, ist aber hier wohl zum erstenmal festgestellt. *De Vries* hat endlich in einer kurzen Notiz für das gewöhnliche Leinkraut (*Linaria vulgaris*)¹⁾ angegeben, daß der Erfolg bei Fremdbestäubung von der Pflanze abhängt, die man sich aussucht: „Die eine Hälfte der Gefährten kann befruchtend wirken, die andere aber nicht. Dies gilt von jeder einzelnen Pflanze, und man mag daraus ersehen, daß es zweierlei Arten von Löwenmaul gibt, die man allerdings von außen nicht unterscheiden kann, die aber doch verschieden sind. Bei jedem Typus sind die einzelnen Pflanzen unter sich unfruchtbar, vereinigt man jedoch zwei Pflanzen, die verschiedenen Typen angehören, dann gibt es eine normale und reichliche Ernte.“ Alle weiteren Angaben fehlen. Nach *De Vries* soll also bei den selbststerilen Pflanzen dasselbe Verhalten wie bei den heterostylen, z. B. der Schlüsselblume, vorliegen, nur daß die beiden Individuenklassen äußerlich unterscheidbar sind. Wir kommen hierauf noch zurück.

Durch den Nachweis, daß zwei verschiedene Individuen denselben Hemmungsstoff bilden können, war es schon etwas unwahrscheinlich geworden, daß die Hemmungsstoffe richtige Individualstoffe seien. Es konnte aber immerhin an dem negativen Ausfall auch das zufällige Entstehen desselben Individualstoffes bei zwei verschiedenen Individuen schuld sein. Die Hauptfrage ist, wie wir schon sahen, ob die Hemmungsstoffe vererbt werden. Ist das der Fall, dann können keine richtigen Individualstoffe vorliegen. Für Versuche, die diese Frage entscheiden sollten, durften nicht, wie bisher, beliebige Individuen auf ihr gegenseitiges Verhalten geprüft werden, sondern es mußten unter sich verwandte verwendet werden, am einfachsten Eltern und Kinder, und Kinder desselben Elternpaares.

Ein günstiges Objekt war das Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis*)²⁾. Zwei Pflanzen — deren Unfruchtbarkeit mit eigenen Pollen vorsichtshalber nochmals festgestellt worden war —, wir wollen sie A und B nennen, wurden gegenseitig bestäubt, und 60 ihrer so entstandenen Nachkommen zunächst auf das Verhalten den Eltern A und B gegenüber geprüft³⁾. Dabei stellte sich heraus, daß diese 60 Kinder 4 Klassen bildeten, deren jede etwa $\frac{1}{4}$ der Gesamtzahl, also etwa 15 Pflanzen, umfaßte.

Die Pflanzen der ersten Klasse setzten mit dem Blütenstaub beider Eltern an, sowohl mit dem von A, als dem von B, hatten also weder den Hemmungsstoff A noch den Hemmungsstoff B.

Die Pflanzen der zweiten Klasse setzten zwar mit dem Blütenstaub des Elters A an, aber nicht mit dem des Elters B. Sie hatten also nur den Hemmungsstoff B.

Die Pflanzen der dritten Klasse setzten umgekehrt mit dem Blütenstaub des Elters A nicht an, wohl aber mit dem des Elters B, sie hatten also nur den Hemmungsstoff A.

Die Pflanzen der vierten Klasse endlich setzten mit dem Blütenstaub von keinem ihrer beiden Eltern an, hatten also beide Hemmungsstoffe, sowohl A als B, ausgebildet.

Überlegt man sich dieses Ergebnis, so findet man, daß der Hemmungsstoff von A und der von B auf die Nachkommen vererbt wird, aber jeder nur auf die Hälfte der Nachkommen, daß ferner der Zufall entscheidet, welches Individuum einen bestimmten Hemmungsstoff bekommt und welches nicht, und daß es endlich für die Bildung des Hemmungsstoffes des einen Elters ganz gleichgültig ist, ob der des anderen Elters ebenfalls gebildet wird oder nicht. $\frac{1}{2}$ der Nachkommen erhält den einen, $\frac{1}{2}$ den anderen Hemmungsstoff; $\frac{1}{4}$ der Nachkommen bekommt beide, $\frac{1}{4}$ keinen von beiden und $\frac{2}{4}$ nur einen von beiden, das eine Viertel den einen, das andere den anderen. Die Hemmungsstoffe werden also vererbt, wahrscheinlich, wie das Zahlenverhältnis nahelegt, nach einem einfachen Mendel-Schema, und sind keine Individualstoffe⁴⁾.

Das Verhalten der Kinder untereinander ist noch nicht völlig geklärt. Von den mehr als dreieinhalbtausend möglichen Verbindungen, in die man die 60 Pflanzen unter sich bringen kann, konnte nur ein kleiner Teil ausgeführt werden. Die Kinder der Klasse 1, denen sowohl der Hemmungsstoff A als der Hemmungsstoff B fehlte, waren wieder selbststeril. Sie mußten also dennoch Hemmungsstoffe besitzen. Das brauchten aber keine ganz neu entstandenen zu sein. Viel wahrscheinlicher ist, daß latent gewesene (vielleicht „recessive“, nach Mendels Terminologie) zum Vorschein gekommen sind. Auffallend ist aber, daß verschiedene neue Stoffe zum Vorschein kamen, denn die Pflanzen der Klasse 1 setzten vielfach miteinander an. Dagegen ist leicht verständlich, daß sie mit den Pflanzen der anderen 3 Klassen fast ausnahmslos gut ansetzten, es fehlten ihnen ja die Hemmungsstoffe der Eltern, die bei den Pflanzen der anderen 3 Klassen, einzeln oder beide zusammen, vorhanden sind.

¹⁾ Hugo de Vries, Gesellige Blumen. Kosmos Bd. III, S. 276, 1906.

²⁾ C. Correns, Selbststerilität und Individualstoffe. Sep.-Abz. a. d. Festschr. d. med.-naturw. Gesellsch. z. 84. Versamml. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 1912, Münster i. W. Nochmals abgedruckt im Biol. Centralbl. Bd. 33, S. 389, 1913.

³⁾ Die Ergebnisse waren nicht immer so scharf, wie nach dem vollkommenen Versagen der Selbstbestäubung bei den Eltern und bei der vollkommenen Fruchtbarkeit ihrer gegenseitigen Verbindung erwartet worden war.

⁴⁾ R. H. Compton (Preliminary Note on the Inheritance of Selfsterility in *Reseda odorata*; Proc. Cambr. Phil. Soc. Vol. XVII, S. 7, 1913) hat gezeigt, daß bei der Bastardierung selbststeriler und selbstfertiler Individuen der Gartenreseda die Selbststerilität als solche wahrscheinlich als ein einfaches mendelndes Merkmal vererbt wird. Das Zustandekommen der Selbststerilität hat er nicht untersucht.

Auch *Linaria vulgaris*, über die, wie wir sahen, *De Vries* ganz abweichende Angaben gemacht hatte, schließt sich nach meinen Beobachtungen an *Cardamine pratensis* an. 1913 hatte ich zwei Pflanzen, die von verschiedenen Stellen der weiteren Umgebung Münsters stammten, gegenseitig bestäubt. 1914 kamen die Sämlinge noch nicht zur Blüte, und 1915 waren die beiden Elternstöcke zugrunde gegangen, so daß ich nur das Verhalten von 13 Geschwistern gegeneinander prüfen konnte. Die Pflanzen waren in einem Gewächshausabteil mit Drahtgaze vor den Lüftungen isoliert. Es wurden womöglich jedesmal 3 Blüten bestäubt, hier und da mehr. Nach jeder Bestäubung wurde die Schere und Pinzette in absolutem Alkohol sterilisiert. Die nachstehende Tabelle bringt die Ergebnisse. Ein + deutet an, daß die betreffende Bestäubung gut gelang, ein —, daß kein Erfolg zu verzeichnen war, oder doch kein besserer als bei Selbstbestäubung, bei der im günstigsten Falle kleine Kapseln mit einigen wenigen Samen gebildet werden. Eine Kombination (? der Tabelle) ist aus Versehen nicht ausgeführt worden. Die Grenze zwischen schlechtem und gutem Ansatz war schärfer als beim Wiesenschaumkraut, so daß ich eigentlich in keinem Fall in Zweifel war, ob das Ergebnis in die + oder — Kategorie zu rechnen sei.

Tabelle.

		Männliche Keimzellen von													
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	
Weibliche Keimzellen von	A	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	B	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	C	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	D	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	E	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—	
	F	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—	
	G	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—	+	
	H	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—	+	
	I	+	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	—	—	
	K	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—	
	L	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—	
	M	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—	+	
	N	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	+	—	

Es sind also mindestens 4 Hemmungsstoffe nachweisbar. Der der Pflanze B kommt bei keinem ihrer Geschwister vor. Sie setzt deshalb mit allen anderen an. Die Pflanzen A, C, D haben einen zweiten Hemmungsstoff M gemeinsam, G, H, I, M einen dritten G und E, F, K, L, N den vierten Hemmungsstoff G und dazu noch den Hemmungsstoff M, während A, C, D ihrerseits neben M nicht auch noch G haben. Eine Folge davon ist, daß die wechselseitige Bestäubung zwischen A, C, D einerseits und E, F, K, L, N andererseits ein verschiedenes Resultat

gibt. A, C und D setzen mit den Pollen von E, F, K, L, N an, während E, F, K, L, N mit dem Pollen von A, C, D völlig versagen¹⁾. Sonst scheinen die Verhältnisse sogar einfacher zu liegen als bei dem Wiesenschaumkraut.

Eine weitere Tatsache, die zur Annahme von Individualstoffen einläßt und auch von *Abderhalden*²⁾ in diesem Sinne verwendet wurde, sind die *Riechstoffe*. Der Hund besitzt ein außerordentlich feines Unterscheidungsvermögen für den Geruch der einzelnen Personen. Seine Nase ermöglicht es ihm, die Fährte eines bestimmten Menschen aus einer großen Zahl anderer Fährten herauszufinden und zu verfolgen, und er kann das nur, weil das verfolgte Individuum einen Geruch besitzt, durch den es sich von anderen in charakteristischer Weise unterscheidet.

Die Tatsache und ihre praktische Anwendung sind allbekannt; eingehende experimentelle Untersuchungen darüber habe ich jedoch nicht finden können. So weiß ich z. B. nicht, ob der Hund die Spuren der einzelnen Kinder desselben Elternpaares immer auseinander halten kann und mit derselben Leichtigkeit, wie die Spuren nicht blutsverwandter Personen, ob er auch die Spuren zweier eineiiger Zwillinge unterscheiden kann³⁾ usw. Orientierende Versuche ließen sich ohne besondere technische Schwierigkeiten ausführen, indem sich die Spur der Versuchsperson A irgendwie, z. B. mit Hilfe eines Brettes, das hingelegt und wieder weggenommen werden kann, unterbrechen ließe und durch die Spur der Vergleichsperson B fortgesetzt werden könnte. Bei dem Mangel derartiger Untersuchungen läßt sich nicht sagen, wie weit die Unterscheidung der Individuen durch den Geruch beim Hunde geht. Aber auch wenn sie schärfer wäre als die Unterscheidung durch das Auge, etwa nach dem Gesicht, glaube ich doch nicht zur Annahme von Individualstoffen gezwungen zu sein.

An und für sich halte ich für wahrscheinlicher, daß die einzelnen Individuen nicht verschiedene *einfache* Riechstoffe bilden, sondern daß sich jedesmal mehrere Riechstoffe zu einem resultierenden Geruch vereinigen. Diese Stoffe könnten, wie andere Eigenschaften, einzeln vererbt werden, sie träten bei verschiedenen Individuen in verschiedenen Kombinationen auf. Es verhielte sich dann der individuelle Geruch wie

¹⁾ Bei aufmerkamer Betrachtung der Tabelle sieht man, daß Pflanze I aus der G-Klasse durch das Ergebnis einer Bestäubung I ♀ + N ♂ herausfällt. Darauf ist einstweilen keine Rücksicht genommen.

²⁾ I. c. Schon *Gustav Jäger* (Über die Bedeutung d. Geschmack- und Geruchstoffe, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVII, 1876) hat übrigens angenommen, daß nicht bloß jede morphologische Art, sondern auch „jede Rasse, Varietät und in letzter Instanz sogar jedes Individuum“ einen spezifischen Ausdünstungsgeruch habe.

³⁾ Dabei ist der Anteil, den der eigene Geruch der Bekleidung haben wird, nicht zu vergessen,

das *Gesicht* des Menschen, das auch nichts dem Individuum wirklich Eigenes ist, sondern sich aus zahlreichen Einzelzügen, Merkmalen der Stirn, der Augen, der Nase, des Mundes usw. zusammensetzt, die getrennt von Generation zu Generation vererbt und immer wieder bei jeder Befruchtung neu und verschieden kombiniert werden. So groß hierbei die Zahl der einzelnen Merkmale auch sein muß, so ist sie doch gegenüber der möglichen Zahl von Kombinationen, und damit gegenüber der Zahl der möglichen Gesichter, verschwindend gering. In ähnlicher Weise wie das Gesicht kann man sich auch den Geruch einer Person aus mehreren getrennt vererbten, von den Vorfahren herstammenden, einzelnen Riechstoffen zustande kommend denken. Der Nachweis wird sich aber nur sehr schwierig erbringen lassen und ist bei unseren jetzigen chemischen Kenntnissen vielleicht ganz unmöglich, weil sich der Gesamtgeruch noch viel schwerer als das Gesicht in seine einzelnen Bestandteile zerlegen ließe. Können wir selbst doch — und beim Hund wird es nicht anders sein — zwei verschiedene, gleichzeitig dargebotene Riechstoffe oft nicht getrennt wahrnehmen, sie vereinigen sich vielmehr zu einem neuen Geruch.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Jellinek, Karl, Lehrbuch der physikalischen Chemie.
Vier Bände. Stuttgart, Ferdinand Enke.

Erster Band: Die Lehre von den Aggregatzuständen
I. Teil. XXXVI, 732 S., 81 Tabellen, 253 Textabbildungen und 4 Bildnisse. 1914. Preis geh. M. 24,—, geb. M. 27,—.

Zweiter Band: Die Lehre von den Aggregatzuständen
II. Teil. XII, 939 S., 149 Tabellen, 401 Textabbildungen und 3 Bildnisse. 1915. Preis geh. M. 32,—, geb. M. 35,—.

Das Erscheinen der ersten Auflage von *Ostwalds* Lehrbuch der allgemeinen Chemie im Jahre 1884 war ein Ereignis von großer Tragweite. Mit der ihm eigenen Kraft zur Systematik hatte *Ostwald* ein ungeordnetes Material überschaubar und bequem zugänglich gemacht. Eine stürmische Entwicklung des behandelten Arbeitsgebietes setzte ein, und als im Jahre 1891 die zweite Auflage erforderlich wurde, schwoll ihr Umfang zu einem Mehrfachen der früheren Ausgabe an. In der Folge hatte der Verfasser nicht mehr den Wunsch, an die ungeheure Arbeit einer abermaligen Neugestaltung zu gehen: als das Werk vergriffen war, wurde dem weiteren Bedürfnis danach durch einen unveränderten Neudruck entsprochen. Unterdessen aber hatte die physikalische Chemie nicht nur in die Breite, sondern vor allem in die Tiefe gehende Ausgestaltung erfahren. Die neuen Stützen der Atomistik, die Radioaktivität und Elektronenlehre, die Quantentheorie, das neue Wärmetheorem forderten nicht bloße Einordnung in die vorhandene Stoffgruppierung, sondern boten sich selbst als Grundlagen für die Neuorientierung ganzer Gebiete. Die knapp gehaltenen Richtlinien dafür konnte in den rasch sich folgenden Auflagen seines Lehrbuches der theoretischen Chemie *Nernst* geben, und er tat das

mit dem ausgesprochenen Sinn für das Wesentliche, welcher sein Buch kennzeichnet.

Der Verfasser des vorliegenden Werkes hat den Mut zu dem Unternehmen gefunden, für das große Werk von *Ostwald* einen zeitgemäßen Ersatz zu schaffen. Von den geplanten vier Bänden gehören die beiden ersten der Lehre von den Aggregatzuständen, der dritte soll die Lehre von dem Aufbau der Materie bringen (Weltäther, Elektronen, Ionen, Atome und Moleküle), der vierte endlich die Lehre von den Umwandlungen der Materie (chemische Statik und Kinetik) und den Umwandlungen der Energie (Mechanochemie, Thermochemie, Magnetochemie, Elektrochemie, Photochemie).

In rascher Folge sind die beiden ersten Bände erschienen. Das Werk beginnt mit einer 20 Seiten langen Bibliographie, die wohl manchem Benutzer des Werkes willkommen sein dürfte. Es bringt dann eine weit ausholende Einleitung „Das Werk und das Werkzeug des exakten Naturforschers“. Der Referent möchte dazu bemerken: Es sind nicht die schlechtesten Bücher, von denen man sagen muß, der Leser solle sich durch die Einleitung nicht abschrecken lassen. Die Bemerkungen über das Verhältnis zwischen Experiment und Theorie bleiben doch gar zu sehr an der Oberfläche, als daß sie dem Leser, den der Verfasser voraussetzen muß, etwas sagen könnten, und die Bemerkungen über Weltanschauungsfragen und über die religiöse Einstellung großer Naturforscher empfindet gerade ein Leser, der einer ernsten Beschäftigung mit solchen Fragen einen Wert zuerkennt, an dieser Stelle als ungehörig. Und wem soll es etwas sagen, wenn in einer Anmerkung mitgeteilt wird, daß die indische Philosophie „die tiefsten Gedanken, die je in unserer Kulturmenschheit gefaßt worden sind, in sich birgt“. Ein vielbelesener Schriftsteller muß die Selbstüberwindung haben, daß er einiges von dem, was er weiß, verschweigt. Leer, weil zu vieles enthalten wollend, bleiben auch die Bemerkungen des zweiten Teils der Einleitung über die Beziehungen zwischen Physik, Chemie und physikalischer Chemie. Es würde dem Werk zum Vorteil gereichen, wenn die ganze Einleitung fortbliebe und es gleich ernsthaft mit dem Kapitel „Elemente und Verbindungen“ beginnen würde. Der Referent hat seine Bemerkungen über die Einleitung hierher gesetzt, weil er dem Werke eines achtunggebietenden Fleißes mit dem Hinweis auf ihren Nichtzusammenhang mit dem Ganzen zu nützen glaubte.

Dem Hauptgegenstand des ersten Bandes vorausgeschickt wird ein größerer Abschnitt über „Einige Grundprinzipien der physikalischen Chemie“. In zwei Kapiteln werden behandelt die allgemeinsten *chemischen* Gesetze (Stöchiometrie, Atomtheorie, die Gesetze der idealen Gase, die Molekulartheorie) und die allgemeinsten *physikalischen* Gesetze, worunter die Sätze der Thermodynamik verstanden werden. Der Diskussion des Satzes von der Erhaltung der Energie oder der Unmöglichkeit des Perpetuum mobile erster Art wird in sehr guter Darstellung die kinetische Deutung der idealen Gasgesetze angefügt. Der Satz „der Carnotsche Kreisprozeß basiert noch ganz auf dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik, wir werden aber von ihm aus zu dem zweiten Hauptsatz hinübergeführt“ (S. 91) ist irreleitend. Die genaue Unterscheidung der Standpunkte von *Carnot* und *Clausius* ist für das Verständnis gerade sehr förderlich. Es folgt der zweite Hauptsatz, der Satz von der Vermeh-

rung der Entropie oder der Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile zweiter Art. Sehr nützlich ist es, daß der Verfasser zur Entwicklung des Entropiebegriffes die mathematische Seite des Gegenstandes gesondert behandelt. Der Referent gesteht aber, daß ihm die Integration von Ausdrücken der Form $X dx + Y dy$ in der zitierten Schrift von *Blondlot* durchsichtiger erscheint. Das Nernstsche Wärmetheorem, der „dritte Hauptsatz“, wird hier nur erst kurz charakterisiert und dahin formuliert, daß es keinen in endlichen Dimensionen verlaufenden Prozeß gibt, mit dessen Hilfe ein Körpersystem bis zum absoluten Nullpunkte abgekühlt werden kann.

Die Lehre von den Aggregatzuständen bringt die experimentelle, thermodynamische und kinetische Behandlung reiner Stoffe. Im ersten Bande wird davon der gasförmige Aggregatzustand, der Übergang von dem gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand (Kondensation der Gase) und der flüssige Aggregatzustand erörtert. In sehr schöner, durch ausgezeichnete wiedergegebene Figuren unterstützter Darstellung werden die experimentellen Methoden zur Bestimmung der spezifischen Wärmen verdünnter Gase behandelt, daran anschließend die Theorie der verdünnten Gase. Hervorgehoben seien hier die Ausführungen über die Theorie der spezifischen Wärme von Gasen, über die aus der klassischen kinetischen Theorie folgenden Anschauungen, insbesondere auch die sich anschließende sehr übersichtliche Darstellung der aus der Quantentheorie folgenden Anschauungen. Die statistisch-kinetische Deutung der Entropie schließt sich in den Hauptzügen an *Planck* an. Ein besonderes Kapitel ist dem Verhalten der Gase in ganz verdünntem Zustande gewidmet. Die Apparaturbeschreibung geht hier wohl etwas zu weit. Eine vier Seiten lange Beschreibung eines käuflichen Apparates (der Gaede-Quecksilber-Pumpe) mit vier großen Abbildungen ist hier doch wohl überflüssig; der Molekularluftpumpe wird man bei ihrem hohen theoretischen Interesse den eingenommenen Raum eher zugestehen. Recht instruktiv im Aufbau ist das Kapitel über das Verhalten der Gase in verdichtetem Zustand. Es wird nach eingehender Beschreibung der benutzten Versuchsanordnungen die van der Waalssche Zustandsgleichung der komprimierten Gase abgeleitet und diskutiert.

Das Kapitel über die Kondensation der Gase bringt eingehende Beschreibungen der für die Verflüssigung von Wasserstoff, Helium usw. benutzten Apparaturen.

Den Schluß des ersten Bandes bildet ein Kapitel über den flüssigen Aggregatzustand. In ausführlicher Darstellung werden darin die Resultate behandelt für die Bestimmung der Dichte, der Kompressibilität, der thermischen Ausdehnung. Sodann die spezifischen Wärmen der Flüssigkeiten, die innere Reibung, die Wärmeleitfähigkeit, die Oberflächenspannung. Endlich das Verdampfen der Flüssigkeiten und die Bestimmung der kritischen Daten.

Die so auf rein empirischem Wege erkannten Eigenschaften der Flüssigkeiten theoretisch zu deuten, bildet die Aufgabe, welche sich der zweite Band in seinem ersten Drittel stellt. Der Erkenntnis vom kontinuierlichen Übergang zwischen dem gasförmigen und flüssigen Zustand entsprechend werden beide zusammen als „fluider Aggregatzustand“ behandelt. Das von *Andrews* rein phänomenologisch angewandte Kontinuitätsprinzip findet seinen Ausbau in der auf den ganzen fluiden Zustand angewandten molekularkinetischen

Betrachtung durch *van der Waals*. Der Verfasser weist aber mit Recht darauf hin, daß die vom Kontinuitätsprinzip geforderte einheitliche Behandlung des fluiden Zustandes vielfach nur erst als Programm betrachtet werden darf, das seiner exakten Durchführung noch harret. Eine weitergehende Klärung, wenigstens für die verdichteten fluiden Zustände, wird durch Übertragung der für den festen Aggregatzustand in jüngster Zeit ausgearbeiteten Anschauungen zu erwarten sein. Es werden zunächst die verschiedenen Zustandsgleichungen für den fluiden Zustand sehr eingehend behandelt, darauf die Erklärungsversuche für die Eigenschaften der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Dampf und diejenigen für die Verdampfungserscheinungen, daran anschließend werden die kritischen Erscheinungen vom Standpunkte der Kontinuitätstheorie betrachtet. Von weiteren Eigenschaften noch die innere Reibung und Wärmeleitung der fluiden Stoffe und ihre spezifischen Wärmen. Endlich werden die absoluten Zahlenangaben für molekulare Größen gegeben.

Das zweite Drittel des Bandes bringt die Behandlung des festen Aggregatzustandes. Zuerst die Grundzüge der geometrischen Kristallographie, eine kleine Monographie, die die in den Lehrbüchern der physikalischen Chemie traditionelle Sonderstellung — gekennzeichnet durch Heranziehung eines Fachmannes für den Gegenstand — auch hier hat. Besonders wertvoll ist das dann folgende Kapitel, die experimentelle und thermodynamische Behandlung des festen Zustandes. Man merkt es hier der Darstellung an, daß der Verfasser die Entstehung der neuen Methoden für die Bestimmung der spezifischen Wärmen und die Wärmeleitung fester Stoffe zum Teil miterleben durfte. Dem entspricht auch die Höhe der Diskussion dieser Ergebnisse in dem sich anschließenden Kapitel über die kinetische Theorie des festen Aggregatzustandes.

Den Schluß des zweiten Bandes bildet die experimentelle, thermodynamische und kinetische Behandlung der verdünnten fluiden Lösungen, zuerst der Gasgemische, dann der flüssigen Lösungen. Hier bei der Behandlung des osmotischen Druckes zeigen sich naturgemäß am wenigsten Besonderheiten gegenüber anderen Lehrbüchern der physikalischen Chemie; hingewiesen sei auf die instruktive Diskussion der Einwände gegen die osmotische bzw. kinetische Theorie verdünnter flüssiger Lösungen.

Man sieht, daß ein sehr großes Wollen hier am Werke ist. Über das Ergebnis wird ein abschließendes Urteil erst nach Erscheinen des Ganzen möglich sein. Es kann aber kein Zweifel bestehen, daß die überaus mühevollen Arbeit, welche der Verfasser auf sich genommen hat, von der Mehrzahl der Fachgenossen dankbar begrüßt werden wird. Das Werk ist wesentlich referierend. Und daß es sich bescheidet, dies in Treue zu tun, gereicht ihm unter den gegebenen Umständen zum Vorzug. Es spricht aus ihm nicht die stark ausgeprägte wissenschaftliche Persönlichkeit wie aus dem Werke von *Ostwald*, Zustimmung zu eigenen kritischen Überlegungen fordernd und Widerspruch hervorruhend; noch weniger natürlich die vorwiegend auf selbst gebahnten Wegen schreitende, mehr wissenschaftliches Bekenntnis als Lehre gebende Eigenart, wie sie das Buch von *van't Hoff* kennzeichnet, oder endlich die in allem Mitzuteilenden stark auf das noch offene und nachdrücklichst auf das zunächst anzugreifende Problem weisende, vorwärts drängende Forschernatur von *Nernst*. Der Verfasser ordnet und referiert, er lehnt

sich, wo er vorhandene gute Darstellungen findet, stark an, die Tatsache gewissenhaft kennzeichnend. Er ruft aber außerdem beständig eine Unzahl von Helfern an seine Seite. Die Zitatenfülle, mit der der Verfasser den Leser überschüttet, ist stellenweise bedrückend. Nicht nur soweit es sich um herangezogene Originalarbeiten handelt, sondern auch, wenn es eine beiläufige Bemerkung allgemeiner Natur gilt, schüttet eine Anmerkung ein Füllhorn von Verfasseramen und Büchertiteln, von Enzyklopädien, Handwörterbüchern, Spezialwerken aus, aus annähernd allen Gebieten, in denen Menschen je etwas haben drucken lassen. Selbst ein Belesener fühlt sich manchmal von so viel Gelehrsamkeit zerschmettert und schüttelt das Haupt ob solchem Ungestüm. Dabei aber gibt das Werk doch reichen Anlaß zu der Erwartung, daß der Verfasser mit dem wahrhaft imponierenden Stück Arbeit, das er an den vorliegenden beiden Bänden bereits vollbracht hat, und das er zu leisten sich noch vorgesetzt hat, nicht der Züchtung von Gelehrsamkeit, sondern der Forschung gedient haben wird. Die Fachgenossen werden es ihm Dank wissen, daß er sie auf bequemem Wege bis in die vorderste Kampflinie führt, von wo aus die Forschung unserer Zeit weiter vorwärts drängt.

Alfred Coehn, Göttingen.

Ostwald, Wolfgang, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. Eine Einführung in die moderne Kolloidchemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1915. X, 219 S., 33 Abbildungen im Text und 6 Tafeln. Preis geb. M. 5,75.

Das vorliegende Buch gibt von einer größeren Reihe von Vorlesungen, die der Verfasser im Winter 1913/14 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Kanada vorgetragen hat, diejenigen fünf wieder, die er bei jener Vortragsreise am häufigsten gehalten hat. Die erste dieser Vorlesungen (S. 1 bis 27) behandelt die Grunderscheinungen des kolloidalen Zustandes, die Kolloide als disperse Systeme und die Herstellungsmethoden kolloidaler Lösungen, die zweite Vorlesung (S. 28 bis 62) die Systematik der Kolloide und die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Kolloide in ihrer Abhängigkeit vom Dispersitätsgrade, die dritte (S. 63 bis 103) die Zustandsänderungen der Kolloide, die vierte (S. 104 bis 146) die wissenschaftlichen und die fünfte (S. 147 bis 181) endlich die technischen und praktischen Anwendungen der Kolloidchemie. Zahlreiche Anmerkungen (S. 182 bis 203) mit vielen Literaturnachweisen und ein ausführliches Sachregister (S. 204 bis 219) schließen das Buch.

Der Zweck des Werkes, das der Verfasser selbst im Vorwort als eine „Propagandaschrift für die Kolloidchemie“ bezeichnet, geht dahin, „ein Gesamtbild der modernen reinen und angewandten Kolloidchemie in möglichst allgemeinverständlicher Form zu geben“ und ihrer Bedeutung als der „einer eigenen, selbständigen Wissenschaft gerecht zu werden, unter gleichzeitiger und besonderer Berücksichtigung ihrer zahlreichen wissenschaftlichen und technischen Anwendungen“.

Soviel über den Inhalt und den Zweck des Buches. Die Darstellung erscheint dem Berichterstatter klar und leichtverständlich und gibt auch die Tatsachen richtig wieder. Trotzdem hat sich der Berichterstatter mit der Art, wie *W. Ostwald* den Gegenstand behandelt hat, nicht befreunden können. Der Verfasser betrachtet die Kolloidchemie als eine „eigene, selbständige Wissenschaft“, der Berichterstatter

hält die Kolloidchemie für einen Zweig der physikalischen Chemie. Der Verfasser sieht das Wesentliche offenbar in allgemeinen qualitativen Vorstellungen — wenigstens hat er quantitative Darlegungen fast vollkommen vermieden, obwohl sich quantitative Betrachtungen in einem Buche zum Unterschiede von einem Vortrage durch Zahlentafeln und Diagramme ohne Beeinträchtigung der Allgemeinverständlichkeit ohne Schwierigkeiten anstellen lassen —, der Berichterstatter hält gerade die exakten quantitativen Untersuchungen für die Hauptsache. Immerhin sind das Fragen der Auffassung, Fragen allerdings, in denen nicht nur der Berichterstatter mit dem Verfasser verschiedener Meinung zu sein scheint. Wie dem auch sei, jedenfalls wird das neue Ostwaldsche Werk allen denen, die eine leichtere qualitative Lektüre lieben, Freude machen; durch die Lektüre enttäuscht sein werden aber alle diejenigen, die gerade bei einem werdenden Gebiete der Wissenschaft, das heute noch um seine Anerkennung als die eines Zweiges exakter physikalischer Chemie zu ringen hat, zu allen allgemeinen Betrachtungen die zahlenmäßigen Belege verlangen.

Werner Mecklenburg, Berlin-Lichterfelde.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Reisen im Kleinen Kaukasus.

In der Sitzung am 4. März hielt Herr Professor Dr. H. Dingler (Aschaffenburg) einen Vortrag mit Lichtbildern über seine Reisen im Kleinen Kaukasus während des Sommers 1914, die durch den Ausbruch des Krieges einen vorzeitigen Abschluß erfahren haben. Es waren hauptsächlich botanische Probleme, die den Vortragenden zu seiner Reise in diesen östlichsten Teil des kleinasiatischen Kulturlandes veranlaßten. Die Gattung *Rosa*, zu der auch unsere Heckenrosen gehören, tritt dort in ungeheuren Mengen in Gebüschen auf, so daß der Kaukasus durch seinen Reichtum an wilden Rosen geradezu berühmt ist. Durch eingehendes Studium dieser Flora sollten wichtige pflanzengeographische und ökologische Fragen ihrer Lösung nähergeführt werden. Einmal handelte es sich darum, Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, wo die Grenzlinien der europäischen und asiatischen Arten verlaufen. Andererseits war auch die Feststellung von Wert, ob sich nicht bei den europäischen Arten eine Form der Stachelbildung zeige, die bei zahlreichen rein asiatischen und auch nordostamerikanischen Arten häufig auftritt, nämlich eine mit Geradestreckung verbundene Aufwärtsrichtung, die in Gegensatz steht zu der gebogenen Gestalt der Stacheln, die bei uns allen Arten mit einer Ausnahme eigentümlich ist.

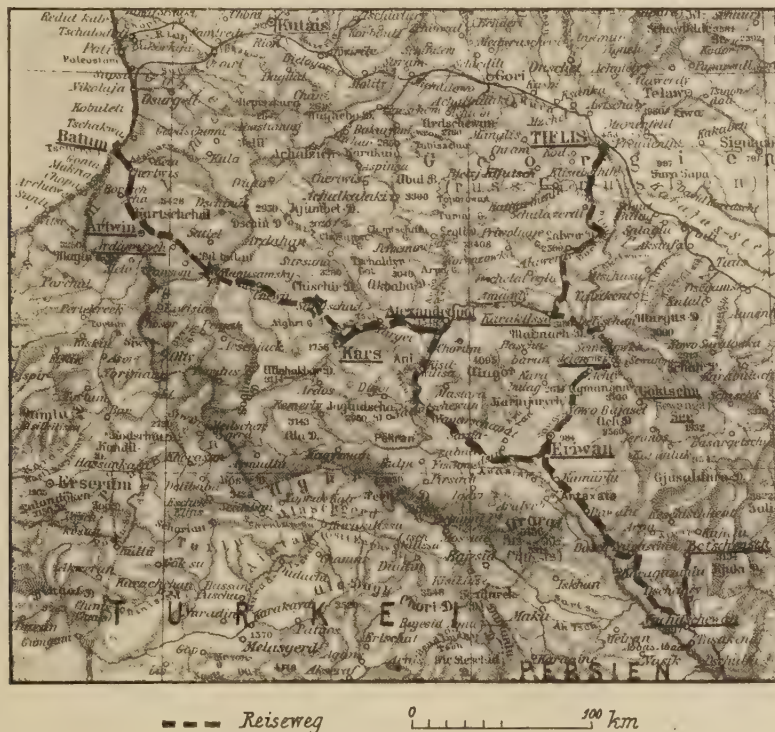
Die Forschungen des Vortragenden ergaben in dieser Beziehung das Resultat, daß in der Tat mehrere Rosenarten Kaukasiens jene in Mittel- und Westeuropa fast ganz fehlende „asiatische“ Form ihrer Stacheln mehr oder weniger deutlich zeigen. Darunter befindet sich sogar eine auch in Europa weit verbreitete Art, deren europäischen Individuen diese Ausbildung vollkommen fehlt.

Eine allgemeiner interessierende Frage war die nach den ursprünglichen Waldverhältnissen der westasiatischen Trockenländer. Mehrfache frühere Reisen im Orient hatten den Vortragenden zu der Anschauung geführt, daß fast ganz Kleinasien dereinst bewaldet gewesen sein müsse, mit Ausnahme einzelner beschränkter Gebiete, wie der Lykaonischen Salzsteppe.

Die heutigen kleinasiatischen Steppen tragen noch Reste von Waldbäumen in Form von Sträuchern. Es handelt sich jedoch nicht um verkrüppelte Formen, sondern um Pflanzen, deren natürliche Entwicklung durch den Menschen und die Tiere, vor allem die Ziegen, gehindert worden ist. Es ergab sich, daß ebenso wie in Kleinasien, auch in Hocharmenien früher überall Wald bestanden hat, wenn man von beschränkten Örtlichkeiten absieht, sowie von den Teilen der Gebirge, die über die Baumgrenze emporragen. Auch hier ist der Wald erst durch das Eingreifen des Menschen vernichtet worden.

Ausgangspunkt der Reise war die Hauptstadt Kaukasiens, in der sich Orient und Okzident innig berühren, Tiflis, dessen Stadtbild beherrscht wird von dem Davidsberg, an dessen Abhang ein armenisches

Nur die kleine Klosterinsel Sewanga zieht das Auge des nach Spuren menschlicher Tätigkeit fahndenden Reisenden auf sich. Von dem am See gelegenen Malakanerdorf Jelenowka ging es mit Postpferden über die wellige Hochfläche, die sich als breite Gebirgslücke vom Nordwestende des Sees südwestlich gegen das Aras- (Araxes-) Tal erstreckt. Der Boden ist stellenweise nicht schlecht bebaut, im übrigen steppig. Alles ist schwarz oder dunkelgrau: der Boden, die Felsen, das Steinmaterial der niedrigen Häuser oder Hütten der wenigen armenischen Dörfer, selbst die Menschen sind schwarz gekleidet. Holz gibt es hier nicht. Man brennt den trockenen Dünger. Alles ist vulkanische Lava oder Tuff, soweit das Auge reicht. Hier und da erhascht das Auge nach rechts eine weiße Hochspitze des sich westlich auftürmenden Alagös, während gegen Süden



Kloster prächtig gelegen ist. In dem nackten Bergkessel des nur 453 m hoch liegenden Tiflis wirkte die Julihitze erdrückend, so daß auf der Bahnfahrt nach Süden die kühle Luft der hohen Waldberge des armenischen Plateaus eine angenehme Erfrischung bot. In Karakliß (1300 m), das, wie die meisten anderen Orte im Kaukasus, seinen alten türkischen Namen bewahrt hat, wurde die erste Station gemacht und die reiche Vegetation studiert. Dann ging es auf offener Tarantaß in zwei Tagereisen über die Gebirgspässe Woskresenka und Tschubuchly südostwärts zum Goktschasee, der, in 1925 m gelegen, an Ausdehnung unseren Bodensee um das Dreifache übertrifft und sich als endlose, ultramarinblaue Fläche zwischen nackten, graurötlichen Bergen von 3000 bis nahezu 4000 m Höhe ausdehnt. Er stellt ein altes Einsturzbecken dar, dessen östliches Ufer von zahlreichen erloschenen Vulkanen eingefaßt ist. Die tot daliegende ungeheure Wasserfläche, die von keinem Segel belebt wird, macht bei dem absoluten Baummangel der Umgebung einen trostlosen Eindruck.

niedrigere dunkle Felskegel das Bild kleiner Vulkane oder richtiger Vulkankerne geben.

Dem vom Goktschasee kommenden Reisenden steht hier die wunderbarste Überraschung bevor. Es ist der Moment, in dem sich — auf der höchsten Bodenwelle — plötzlich der 5150 m hohe Schneegipfel des Hohen Ararat dem Blick entschleiert. Ein silberweißes Wölkchen, am Himmel hingehaucht, scheinbar ohne irdische Basis. Der Dunst des heißen Arastales verhüllt den Fuß.

In Eriwan fand der Reisende auf einem Hause, das aus hartgebranntem Lehm aufgeführt war, sieben verschiedene Arten der typischen Steppenvegetation, darunter den Kappernstrauch (*Capparis spinosa*) und die Blasenkresse (*Lepidium vesicarium*), die als Landpflanze mit Luftblasen ein Unikum darstellt.

Von hier ging es mit der Arastalbahn längs der persischen Grenze nach Nachitschewan, dem südlichsten Punkt der Reise. Es dehnt sich, fast eine Stunde nördlich vom großen, üppig gebauten Bahnhof,

mit seinen lehmgrauen Mauern und seinem unendlichen Staub auf niedrigen Hügelrücken aus. Diese „Erste Wohnstätte“, wie der armenische Name zu übersetzen sein soll — nämlich Noahs, als er die Arche auf dem Ararat verlassen hatte —, birgt zur Bestätigung der Legende sogar sein Grab, einen rohen, kleinen, vier-eckigen Steinbau.

In das nördlich ansteigende Gebirge leitet das tief eingeschnittene Tal Kysyl Boghas („Rote Schlucht“), aus welchem der Bach Nachitschewan Su seine Wässer führt. Etwa 60 Werst aufwärts von der Stadt liegt in ca. 1400 m Höhe ein Dörfchen, welches den wohl armenischen alten Namen Betchenach und den neuen russischen Karamalinowska trägt. Es soll zu persischen Zeiten ein Räubernest gewesen sein, war dann von Kosaken bewohnt, und zuletzt wurden, wie das in Rußland üblich ist, Anhänger der Malakanersekte mit sanfter Gewalt dorthin gesetzt, wo sie heute noch in patriarchalischer Weise den ihnen zugewiesenen Gemeindeboden periodisch neu verteilen.

Auf dem gleichen Wege, wie er gekommen, fuhr der Reisende dann zurück nach Eriwan und von dort über Alexandropol nach Kars (1750 m). Da diese Stadt eine starke Grenzfestung ist und beunruhigende Gerüchte umherschwirren, so ging die Reise nach kurzem Aufenthalt weiter über den Paß von Kirkilisse, ein Name, der „Vierzig Kirchen“ bedeutet, durch Waldungen von echten Kiefern (*Pinus silvestris*) und über den Jasamaliskypaß nach dem Städtchen Ardantsch, das hoch an einem steilen Kastellberg in wildester Felsumgebung an einem Nebenflüßchen des Tschoroch gelegen ist. Hier erfuhr man den Ausbruch des Krieges. Auf der Weiterfahrt nach Artwin wurde der Reisende verhaftet, aber bald wieder freigelassen. Artwin liegt dicht an der türkischen Grenze hoch über dem Flußtal, in dem die Malaria sehr häufig ist, in gesunderer Bergluft. Mit einem der alltäglich auf dem Tschorochflusse hinunterfahrenden Marktschiffe passierte Professor Dingler das sehr interessante, meist in enger Felsschlucht verlaufende Tal und erreichte glücklich die Hafenstadt Batum, von wo er mit Erlaubnis des Generalgouverneurs auf einem italienischen Schiff die Heimreise über Venedig antreten konnte.

O. B.

Biologische Mitteilungen.

Über das Altern. Die Vorstellungen der Morphologen wie auch die Meinungen der Energetiker über das Altern findet Friedrich v. Müller (Rede zum Stiftungsfest der Münchener Universität am 26. Juni 1915) in dem aufklärenden Lichte der Biologiegeschichte, in das er sie sorgfältig rückt, unbefriedigend. „So sehen wir“, so schließt er Seite 15 diese Untersuchungen und Erwägungen ab, „daß es bisher nicht gelungen ist, für eine so alltägliche Erfahrungstatsache, wie sie das Altern und der Tod der Lebewesen darstellt, eine befriedigende Erkenntnis zu gewinnen, und daß ihnen der Gelehrte immer noch ebenso verständnislos gegenübersteht wie das Kind. Sind es nicht überhaupt gerade die einfachsten und elementarsten Fragen des Lebens, an denen unsere Erkenntnisversuche am beharrlichsten scheitern? Wir verstehen es, wenn manche Naturforscher am Ende eines langen erfolgreichen Lebens entmutigt die Arbeit aufgeben, weil es ihnen nirgends gelungen ist, eine Frage bis auf den Grund zu lösen und

bis zu einem wahren Verständnis der Lebensvorgänge durchzudringen. Die Jungen aber nehmen die Forschung mit neuem Mut und neuer Hoffnung auf. — Nur in der Forschung, nicht in der Lösung liegt das Glück. — Verlassen wir das unbefriedigende Gebiet theoretischer Erörterung und wenden wir uns dem sicheren Boden der Beobachtung zu, welche die Vorgänge des Alterns nicht erklären, sondern nur beschreiben will.“

Wann beginnt das Altern? — *Hippokrates* setzt den Beginn auf das 70. Jahr, während nach *Varro* die römischen Bürger als senes depontani von allen öffentlichen Ämtern befreit waren („Die Sechzigjährigen weg von dem zum Abstimmungsplatz führenden Steg!“). In der Elegie des *Solon* von den Hebdomaden des Menschenlebens wird die stärkste Entwicklung der körperlichen Kraft auf das 28. Jahr gelegt. *Aristoteles* rechnet die Akme des Lebens vom 30. bis 35. Lebensjahr, auf geistigem Gebiet bis zum 49. Jahr, vorher und nachher liegt ein Zuviel und ein Zuwenig, die Hyperbole und die Elleipsis, die Erwartung und die Erfahrung. Nach dem Amerikaner *Osler* liegen die goldenen 15 Jahre der Vollkraft bereits zwischen 25 und 40, alle weltbewegenden Entdeckungen seien von Männern unter 40 Jahren gemacht, und die Männer über 60 seien schon nutzlos („vielleicht Unheil dürfen alte Männer unbewußt und ungestraft anrichten“). Blüten der Kunst und des Geistes wie *Michel Angelo*, *Menzel*, *Humboldt*, *Goethe* streiten aber gegen diesen Satz. „Auch auf körperlichem Gebiete sind alle Bemühungen, eine Grenze für den Beginn des Alterns zu finden, erfolglos geblieben. Die einzelnen Organe und Funktionen altern zu ganz verschiedenen Zeiten, und man kann *Friedmann* zustimmen, wenn er sagt, daß die Involution sich sofort an die Vollendung der Evolution anschließt, daß der Verfall schon in der Jugendzeit beginnt. So beginnt das lymphatische System, die Mandeln, Lymphdrüsen und der Thymus zu atrophieren, wenn die Geschlechtsentwicklung vollendet ist. Der Uterus und die sekundären Geschlechtscharaktere atrophieren, wenn die eigentlichen Keimdrüsen ihre Tätigkeit eingestellt haben. — Als charakteristische Zeichen des Alters gelten mit Recht die Alterssichtigkeit, die Abnahme des Gedächtnisses und der Muskelkraft, die Steifigkeit der Glieder: rigor signum senectutis.“ — Athleten zeitigen über 35 Jahre keine hervorragenden Kraftleistungen mehr und erreichen das Maximum ihrer Muskelkraft vor dem 30. Jahre. Bei den Arbeitern der englischen Messer- und Knopfmacherindustrie sinkt die Leistung zwischen dem 40. und 45. Jahre auf 80 %, von da bis zum 55. Jahre auf 60 % und mit 65 Jahren auf 40 %. — Die Alterssichtigkeit stellt sich etwa mit fünfzig Jahren ein, indessen nimmt die Elastizität der Linse schon vom ersten Lebensjahrzehnt an gleichmäßig ab und pflegt erst mit ungefähr 75 Jahren auf 0 zu sinken. — Die Merkfähigkeit ist in der Jugend so groß, daß 70 % aller geistigen Erwerbungen von dort stammen, Schwierigkeiten treten nach dem 30. Jahre auf. „Indem mit zunehmendem Alter die Fähigkeit abnimmt, neue Eindrücke zu erwerben und wirken zu lassen, tritt eine Einengung des geistigen Gesichtskreises ein; oft steht der Greis den Ideen der neuen Zeit ablehnend, ja feindselig gegenüber, es nimmt sein Verständnis für die Interessen der Jugend ab und für deren Recht, es anders zu machen als es in der eigenen Jugendzeit Brauch war. Mit der Verarmung an neuem geistigen Erwerb treten die fester haftenden Erinnerungen aus der Jugend mit immer größerer

Leuchtkraft hervor, und man hat mit einem gewissen Recht den Beginn des Alters von dem Zeitpunkt an gerechnet, wo sich der geistige Blick nicht mehr in die Zukunft, sondern in die Vergangenheit wendet. Die Sinnesrichtung neigt sich mehr und mehr zu Ernst und Strenge; aus dem ehemaligen Suchenden wird der Zweifler, der Freigeist wird zum Gläubigen, der frühere Revolutionär ein Konservativer. Je mehr sich die Anpassungsfähigkeit vermindert, desto größer wird die Macht der Gewohnheit. Das Gefühlsleben schränkt sich mehr und mehr auf das eigene Ich und dessen unmittelbare Bedürfnisse ein. . . . Die zunehmende Ermüdbarkeit und das Bewußtsein der versagenden Kraft wird schmerzlich empfunden und löst eine gedrückte Stimmung oder eine gewisse Ruhelosigkeit aus. Auch lassen die uneingestandenen Zweifel am eigenen Wert oft um so stärker das Bedürfnis nach fremder Anerkennung hervortreten, und dieses richtet sich auf allerlei äußerliche Zeichen, deren Wertschätzung der Jugend vollkommen unverständlich ist; ebenso unverständlich wie der Geiz, die Überschätzung des Besitzes, der als Laster des Alters von den Schriftstellern und Poeten aller Zeiten verspottet worden ist. Dieser Beschreibung der senes marosi, anxii, difficiles, iracundi, avari, des traurigen Verfalles, welchen uns die Psychiater geschildert haben, und der ohne scharfe Grenze in das Gebiet der senilen Demenz und der Alterspsychosen hinüberleitet, steht tröstlich gegenüber das abgeklärte Bild der lenis placida fortis senectus, das uns aus den Worten und dem Beispiel eines *Goethe* und *Jacob Grimm* entgegentritt. „Wohl kommt es vor,“ sagt *Grimm*, „daß greise eine gewisse säure annehmen, wie alter Wein, aber nicht jeder alternde Wein wird sauer.“ und er fährt fort: „Warum sollte der Greis weniger arbeiten? seine rüstkammern stehen ja angefüllt, an erfahrungen hat er Jahr ein Jahr aus ein immermehr in sie eingetragen. soll sein gesammelter schatz nur in fremde hände fallen? in begabten auserwählten männern halten kraft und ausdauer fast ohne abnutzung länger nach. zu also ungetilgter arbeitsfähigkeit und ungetrübt forschungslust gesellt sich aber ein anderer und höherer vorzug, der zusamt mit dem alter wachsenden und gefestigten freien gesinnung, in wem schon von frühe an der freiheit keim lag, in wessen langem leben die edle pflanze fortgedieh, wie könnte anders geschehen, als daß sie im herzen des greises tief gewurzelt erschiene und ihn bis ans ende begleitete?“ In der Tat läßt sich nachweisen, daß die Fähigkeit zur Produktion eigener Ideen später einsetzt und viel später verschwindet als die Aneignungsfähigkeit, und vor allem bleibt die *Urteilkraft* auch in Mitte der geistigen Einschränkung des Greisenalters meist ungetrübt erhalten, und diese, auf die Erfahrung eines langen Lebens gestützt und durch leidenschaftliche Affekte weniger beeinflußt, also gerechter, verleiht dem Alter seine Bedeutung und macht es zum Berater der schaffenden Jugend, namentlich auf dem Gebiet des öffentlichen Lebens.“

Mühlmann und *Ribbert* haben gezeigt, daß der physiologische Tod des Alters vom Gehirn ausgeht. Aber dieses langsame Erlöschen des Lebens infolge des Versagens der Gehirnfunktionen ist nur eine seltene Ausnahme, fast immer macht eine *Krankheit* dem Leben des Greises ein Ende. Für den Arzt verwandelt sich also das Problem des Alters tatsächlich in das der Alterskrankheiten.

Die Krankheiten, seien sie nun durch Infektionen oder Traumen oder durch indogene Schäden bedingt,

sind aber beim Greise deswegen so gefährlich, weil die Widerstandskraft des Organismus gebrochen ist.

„Zu den Alterskrankheiten wird man unter anderen die Arteriosklerose und den Krebs rechnen müssen, obwohl beide auch in jüngeren Jahren vorkommen und sicher nicht durch das Alter allein bedingt sind.“ — „Das Problem des Krebses bildet auch heute noch eines der dunkelsten in der Pathologie, wie auch das schwärzeste in der Therapie. Es lassen sich darüber zwar dicke Bücher schreiben, aber keine klaren Begriffe aufstellen.“ „Die Arteriosklerose wird nur selten bei Greisen vermißt. Vorzugsweise sind es die Kreise der ernst angelegten Pflichtmenschen, unter denen sie ihre Opfer sucht. An den Gefäßen und damit am Herzen rächt sich die Vorgeschichte des Mannes; jedes Übermaß an Erregung, Arbeit und Genuß, an Sorge und Angst hinterläßt an den Arterien seine Schäden. Jahrelang bereiten sich diese Veränderungen in der Stille vor, und erst das Versagen der Kompensationseinrichtungen macht sie offenbar. So ist die Arteriosklerose oft das Schlußstadium eines Prozesses, der schon in der Jugend begonnen hat.“

Mit einem Ausblick auf das Altern und Vergehen ganzer Tierklassen und Menschengeschlechter. Völker und Weltreiche schließt die gehaltvolle Rede und findet sich damit zu der historisch-philosophischen Betrachtung zurück, von der sie, ein wenig widerwillig zwar, ausgegangen ist.

Über den Mann von fünfzig Jahren. (Von Prof. F. K. *Wenckebach*. Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für die gesamte Therapie.) Der Vortrag ist geeignet, das Gemälde vom Altern, das *Friedrich v. Müllers* Rede vom mehr allgemein-biologischen Standpunkt aus entrollt hat, in einigen Zügen zu unterstreichen und mit helleren Lichtern zu versehen. — Es hat sich, so findet der Verfasser, die Frage aufgedrängt, ob nicht beim Manne ein Äquivalent des kritischen Alters der Frau zu finden sei, und da sei es recht auffällig, daß in der ärztlichen Praxis der Mann von 50 Jahren außerordentlich häufig vertreten sei. Namentlich viele die Uniformität der subjektiven Beschwerden und der eventuell vorhandenen objektiven Veränderungen dabei sehr auf. Indessen sei das keineswegs eine dem Klimakterium der Frau äquivalente Erscheinung. Denn die Potenz und die Zeugungsfähigkeit des Mannes hören ja mit 50 Jahren nicht auf, und auch die innere Sekretion der Geschlechtsdrüsen geht bei ihm weiter. — Gegen *Lecleq*, der in dem Buche *Les maladies de la cinquantaine* als Krankheiten der Fünfzigjährigen die Arteriosklerose, die Herzkrankheiten, den Diabetes und die Albuminurie genannt hat, wendet *Wenckebach* ein, daß der Diabetes sicher nicht an diese Periode gebunden ist (eher an die vierziger Jahre), und die Albuminurie ebenfalls schon viel früher auftritt. Was den Männern von fünfzig Jahren, die zum Arzte kommen, fehlt, sind Beschwerden am Herzen und der Atmung, „und es darf von vornherein hervorgehoben werden, daß diese Beschwerden häufig vorübergehender Natur sind und wieder vollkommen verschwinden können. Man hört Klagen über Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit, über Herzklopfen und Atemnot bei mäßiger Bewegung, über unregelmäßige Herztätigkeit und Beklemmungsgefühle auf der Brust, besonders bei psychischen Aufregungen. Es gesellt sich dann häufig ein leichtes Schwindelgefühl hinzu und die subjektiven Symptome können sich steigern bis zum ausgesproche-

nen Bilde der Angina pectoris.“ — Wie der Arzt diese Erscheinungen wertet und behandelt, das bildet den eigentlichen Gegenstand der Schrift.

Zu dem Thema der **ökologischen Biogeographie Mitteleuropas** reiht Dr. *Friedrich Zacher* einige beachtenswerte Beobachtungen und ansprechende Gedanken aneinander in dem Aufsätze „Die Verbreitung der deutschen Geradflügler, ihre Beziehungen zu den Pflanzengesellschaften und ihre Abänderungen in Form und Farbe“ in Nr. 10 des 29. Jahrgangs der *Entomologischen Zeitschrift* (Frankfurt a. M.). — (1.) Mit *G. Enderlein* rügt *Zacher* die gedankenlose Verwendung der Häufigkeitsbezeichnung „überall gemein“. Es gibt kein Tier, das überall vorhanden wäre. Auch für das gemeinste Tier gibt es ganz genau begrenzte Lebensbedingungen und daher auch nur eine beschränkte Zahl von Lebensbezirken, die zu besiedeln es befähigt ist. (2.) Die Verbreitung der Tiere kann man nach zwei Gesichtspunkten betrachten. Das eine Mal kann man feststellen, welche Arten in einem bestimmten Bezirk vorhanden sind, welches die Grenzen ihrer Verbreitung sind und auf welchem Wege sie in das Gebiet eingewandert sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchung führen zur Abgrenzung geographischer Bezirke und zur Feststellung von *Artgenossenschaften* gleicher *räumlicher* Herkunft. Andererseits kann man das gemeinsame Auftreten der verschiedenen Arten eines begrenzten Areals innerhalb eines mehr oder weniger engen Lebensbezirkes feststellen und dadurch zur Aufstellung von Gruppen derselben *Lebensgemeinschaft* kommen, die gleichzeitig auch Tiere anderer Ordnungen umfaßt und sich im Rahmen einer durch die physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre und des Bodens gekennzeichneten Geländeform abspielt, während die Pflanzenwelt entweder ein maßgebender Faktor für das Bestehen der Lebensgemeinschaft sein kann oder nur ein deutlich sichtbarer Maßstab für die physikalischen Bedingungen, d. h. für die Ansprüche der Tiere in bezug auf Wärme, Feuchtigkeit usw. (3.) Die Geradflügler sind nur in seltenen Fällen wälderisch in ihrer Kost. Sie wählen zwar bestimmte Pflanzenformationen als Wohn- und Brutplätze, aber ohne Rücksicht auf die Vorgeschichte der sie besiedelnden Pflanzenarten und auf die Zusammensetzung der Vegetationsdecke, rein nach den physikalischen Bedingungen, wie sie durch Lockerung und Festigkeit, Trockenheit und Feuchtigkeit, Durchwärmung und Durchlüftung des Bodens, größere oder geringere Dichtigkeit der Pflanzendecke geboten werden. Trotzdem aber sind die Arten auch in ihrer Variabilität oft an eine ganz bestimmte Vegetation gebunden und bilden deutliche Anpassungsformen aus. (4.) Dabei hat das Auftreten einer Art in einer bestimmten Pflanzengesellschaft (Formation) mit seiner Zugehörigkeit zu einer Artgenossenschaft, also seiner geographischen Herkunft, nichts zu tun. Wenn sich die Heuschrecke *Epphippiger vitium* L. in Westpreußen wie am Rhein und in Österreich auf pontischen Hügeln findet, so muß sie, weil die Hauptmasse ihrer Verwandten in Südwesteuropa und Nordwestafrika sitzt, der mediterranen, aus Südwesten vordringenden Artgenossenschaft angehören, das deutsche Gebiet also einmal durch die burgundische Pforte, das andere Mal auf der Straße March, obere Oder, Weichsel, Oberschlesien und Westpreußen erreicht haben. (5.) Immerhin werden aber

die physikalischen Verhältnisse, unter denen bei uns die Angehörigen der pontischen Steppenflora gedeihen, auch für die Steppentiere förderlich sein, ganz gleich, ob ihre ursprüngliche Heimat am Schwarzen Meere oder etwa in Spanien zu suchen ist. Durch solche Erwägungen gewinnen die viel bezweifelte Angaben *Rudows* über das Vorkommen seltener und sonst in Deutschland gar nicht oder nur vereinzelt aufgefundenen Geradflügler mehr Wahrscheinlichkeit und Bedeutung. Denn die von ihm zitierten Hügel an der Unstrut gehören mit der Gegend der Mansfelder Seen und dem Ostharz ja zu dem größten, oft ausgeprägt steppenartigen Bezirk, welchen die pontischen Pflanzen, wie Stupa, einige Artemisia- und Centaurearten, in Deutschland in geschlossenem Bestande bewohnen, und gleichzeitig ist diese Gegend, die im Regenschatten des Harzes liegt, ein ausgesprochenes Gebiet geringster Niederschlagsmengen, die nur 45–50 cm jährliche Höhe erreicht. (6.) Die einheimischen Orthopterenarten verteilen sich auf folgende Pflanzenformationen: Ruderalstellen, sonnige pontische Hügel, Binnendünen, Heide, Sandfelder, Weinberge, Laub- und Nadelwälder, Äcker, Wiesen, Wiesenmoore, Röhricht, Gebirgsmatten. — Aus Erlenbrüchen und Auenwäldern sind noch keine Geradflügler bekannt geworden. Ruderalstellen und Äcker haben keine charakteristischen Formen. Arm ist die Fauna des Röhrichts, usw. (7.) Manche Orthopteren passen sich in anderen Gegenden anderen Formationen an, eine Erscheinung, deren Gründe noch nicht aufgedeckt sind. Indessen hat *Morse* gefunden, daß flugunfähige Feldheuschrecken auf Wälder beschränkt sind, in wüstenartig trockenen Gebieten aber fast völlig fehlen. In den Wüsten und Steppen Transkasiens fand *Uvarow* auch nur ein Viertel der Arten flugunfähig, während es in dem Waldland Kärnten mehr als die Hälfte sind. (8.) Da es *Dewitz* geglückt ist, durch Einwirkung von Kälte auf (allerdings) Hy-menopterenpuppen flügellose Insekten zu erzielen, so ist es auch nicht undenkbar, daß in feuchten Formationen die klimatischen Einflüsse der Umgebung, sei es die Feuchtigkeit an sich, sei es die dadurch hervorgerufene tiefere Bodentemperatur im Sommer, dazu geführt hat, daß bei den Orthopteren kurzflügelige Mutationen entstanden sind. (9.) Auch auf die Variabilität in der Färbung scheint die Umgebung einen bestimmenden Einfluß auszuüben. So hält sich die Variationsbreite zweier Heuschreckenarten, die im Herbst auftreten, genau zwischen den Farben der herbstlichen Vegetation der trockenen Sandfelder, auf der sie leben. (10.) Über die Verbreitung der Orthopteren in Deutschland ist noch zu wenig Sicheres bekannt, wiewohl es sich um kaum mehr als 100 Arten handelt. Interessant dabei ist, daß sich unter den eingeschleppten Arten auch die Hausgrille, das Heimchen, befindet, das aus den Mittelmeerländern stammt. *Werner* fand es in Ägypten oft im Freien, ebenso *Vosseler* in Algerien. Von dem entscheidendsten Einfluß für die Besiedelung unseres Bodens mit Heuschrecken ist die Eiszeit gewesen, was bei den so wärmebedürftigen Tieren kein Wunder ist. — *Zacher* stellt drei Artengruppen auf und findet, daß die Orthopterenfauna Mitteleuropas im ganzen durchaus der pontisch-sibirischen entspricht.

Thilo Krumbach, Rovigno.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 16.

21. April 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die ornithologische Bedeutung Hiddensös. Von
Dr. Fr. Lindner, Quedlinburg. S. 205.

Individuen und Individualstoffe. Von *Prof. Dr.
C. Correns, Berlin-Dahlem.* (Schluß.) S. 210.

Kleine Mitteilungen:

Der Anteil der Deutschen an der Meteorologie.
Die Fortpflanzung des Schalles in der Atmosphäre.
Klimaschwankungen und Völkerwanderungen in
der alten Welt. Die Dampferwege von Südafrika
nach Ostindien. Heiße Salzseen Siebenbürgens.
Einfluß des Sonnenlichtes auf die geochemischen
Vorgänge. Puerperale Osteomalazie. Die bisher
bekannte Zahl der Planetoiden. Ueber eine
vermutliche Gravitationsverschiebung der Spek-
trallinien. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der
Sonne. S. 213—216.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen
Akademie der Wissenschaften. S. 216.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1916, H. 2, 3 u. 4. S. 217.
Zeitschrift für Instrumentenkunde, Februar 1916.
S. 218.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 4. S. 218.

Zeitschrift für physikalische Chemie, 1916, Bd. 91,
H. 1 u. 2. S. 218.

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 2 u. 3. S. 219.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 46, H. 12 u. 13.
S. 220.

Archiv für Protistenkunde, 1916, Bd. 36, H. 3.
S. 220.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

1789 und 1914

Die symbolischen Jahre in der Geschichte des politischen Geistes

Von

Dr. Johann Plenge

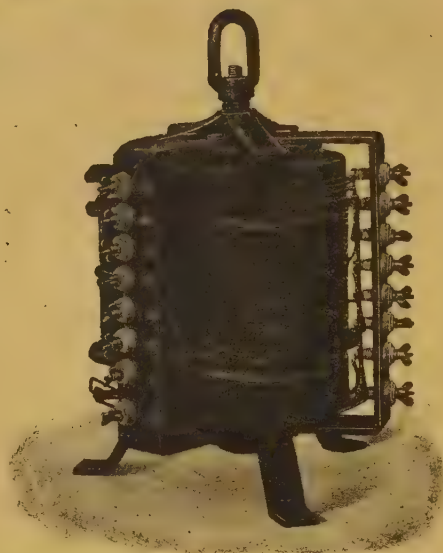
ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Münster i. W.

Preis M. 3.60

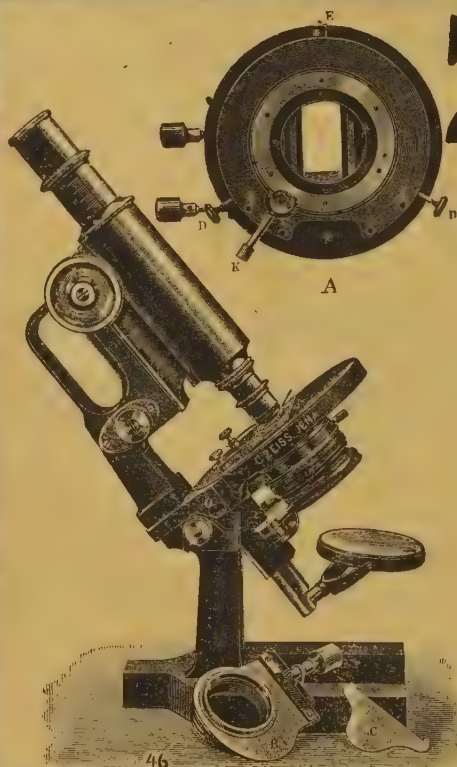
Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg



Buenos
Aires

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

21. April 1916.

Heft 16.

Die ornithologische Bedeutung Hiddensös¹⁾.

Von Dr. Fr. Lindner, Quedlinburg,

ornithologischem Beirat des Deutschen (früher Internationalen)
Bundes für Vogelschutz.

Als ich am 28. August 1888 während der akademischen Ferien mit dem Mitte der neunziger Jahre verstorbenen Tiermaler *Heinrich Krüger* von Seebad Cranz aus zu Fuß nach Rossitten auf der Kurischen Nehrung wanderte und durch den ungeahnten Vogelreichtum zunächst 7 Wochen dort gefesselt wurde, ahnte ich kaum, welche Folgen meine Entdeckung der ornithologischen Bedeutung der damals noch nah und fern so gut wie ganz unbekannten Kurischen Nehrung — namentlich als Vogelzugstraße — für die ornithologische Wissenschaft haben würde. Schon damals regte ich die Gründung einer Vogelwarte in Rossitten an, für die ich durch die Veröffentlichung meiner in den Jahren 1888—92 gemachten Beobachtungen in den Jahrgängen 1891—95 der *Ornitholog. Monatsschr.*, die gemeinsam mit Dr. C. Flöricke 1894 in der „*Schwalbe*“ (Wien) veröffentlichte Ornith. der Kurischen Nehrung, das 1898 erschienene Nahrungsbüchlein *Die Preussische Wüste einst und jetzt* (Verlag von A. W. Zickfeldt, Osterwieck a. Harz) und eine Anzahl Vorträge in verschiedenen Städten weitere Kreise zu interessieren suchte. Professor *Chun*, damals noch Direktor des Zoologischen Instituts in Königsberg, beauftragte mich mit der Abfassung eines diesbezüglichen Gutachtens für das Ministerium, und mit Unterstützung der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft und staatlicher Instanzen konnte 1900 die jetzt in der ganzen Welt bekannte Vogelwarte begründet werden, die in meinem Schul- und Universitätsfreund Professor Dr. *Thienemann* den geeigneten Direktor erhielt.

Heute will ich auf die ornithologische Bedeutung eines anderen eigenartigen Ostseegebietes hinweisen, die diejenige Rossittens in mehrfacher Hinsicht noch übertreffen, mindestens aber ergänzen wird. Schon 1889 trug ich mich mit dem Gedanken, auch die westlich von Rügen gelegene, sich von Norden nach Süden in einer Länge von 18 km erstreckende, im Mittel etwa 1½ km breite Insel Hiddensö²⁾, über deren Vogelwelt ich den von E. F. v. Homeyer in seinen 1881 erschienenen Ornithologischen Briefen veröffentlichten Be-

richt *Tancrès* mit großem Interesse gelesen hatte, in ähnlicher Weise ornithologisch zu durchforschen wie die Kurische Nehrung. Aus verschiedenen Abhaltungsgründen ist mein Plan damals unausgeführt geblieben. Seit 1911 stehe ich jedoch in seiner Verwirklichung. Angeregt durch den damaligen Landtagsabgeordneten, jetzigen Stadtschulinspektor von Berlin, Dr. *Schepp* und den Herausgeber der „*Natururkunden*“, *Georg E. F. Schulz*, schloß der Vorsitzende des damaligen Internationalen Frauenbundes für Vogelschutz (jetzt Deutschen Bundes für Vogelschutz) Herr *H. Steinmetz* (Charlottenburg) mit den Jagdberechtigten auf Hiddensö Verträge ab, wonach vom Frühjahr 1911 ab der bis 1910 übliche Eierraub und das Abschießen der Strand- und Wasservögel bis zum August gänzlich verboten und zwei besoldete, einem ansässigen Vertrauensmann unterstellte Vogelwärter mit der Aufsicht über das die ganze Insel umfassende Schutzgebiet beauftragt wurden. Ich wurde als ornithologischer Beirat des Bundesvorstandes berufen und mit der Abfassung eines fachmännischen Gutachtens¹⁾ über die zu treffenden Maßnahmen zum Schutze der Seevögel auf Hiddensö beauftragt, das sich zunächst nur auf theoretische Erörterungen und Folgerungen aus der mir bekannten, freilich noch recht dürftigen ornithologischen Literatur über Hiddensö gründen und erst auf Grund meines ersten eigenen Aufenthaltes vom 18. bis 24. April 1911 eine auf eigenen Anschauungen und Beobachtungen beruhende Ergänzung finden konnte. Inzwischen habe ich jedes Jahr außer 1913, wo ich eine dreißigtägige Forschungsreise durch Irland machte, wochenlang auf Hiddensö gewilt, und zwar immer zu einer anderen Jahreszeit, um auf diese Weise die Vogelwelt nach ihren verschiedenen phänologischen Beständen und biologischen Unterschieden näher kennen zu lernen und so allmählich das sichere Material zu einer auf exakter Forschung beruhenden Avifauna Hiddensös und des ökologisch zugehörigen Nachbargebietes zu gewinnen. Da die allermeisten auf Hiddensö und kleineren Nachbarinseln (Fährinsel, Gänsewerder, Heuwiese, Liebes, Wührens u. a.) nistenden See- und Strandvögel, aber merkwürdigerweise auch Finken und Grünlinge, nach Vollendung des Brutgeschäftes und Aufzucht der Jungen die Insel verlassen und nordischen Gästen und Durchzüglern Platz machen, und da sowohl

¹⁾ Gekürzter Vortrag, gehalten auf der Jahresversammlung der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft in Berlin am 16. Oktober 1915.

²⁾ Ich benutze die behördlich angeordnete, sprachlich richtigere Schreibweise Hiddensö an Stelle der sonst gebräuchlichen Hiddensee.

¹⁾ Mitglieder des Bundes (Jahresmindestbeitrag 1 M.) und Vogelschutzfreunde erhalten dieses Gutachten und andere Schriften über Hiddensö gratis vom geschäftsführenden Bundesvorsitzenden Herrn *H. Steinmetz*, Charlottenburg, Tegeler Weg 13 II.

die Gesamtbrutzeit durch die Brütefristen der einzelnen Arten, von denen einzelne schon im April, eine aber, nämlich der mittlere Säger (*Mergus serrator* L.) erst Ende Mai, meist sogar erst im Juni, beginnen, als auch andererseits noch viel ausgedehnter die Zugzeit, die für manche nordische Arten bereits im Juli anhebt, andere nordische Arten aber erst in den eigentlichen Wintermonaten zu uns führt, in die verschiedensten Monate fällt, und da im Juli sowohl noch Bruten heimischer Arten als bereits auch schon die Erstlinge nordischer Durchzügler angetroffen werden, so ist das *jeweilige Gesamtbild des Vogel Lebens auf Hiddensö in den einzelnen Monaten, ja schon in kürzeren Zeitabschnitten des Jahres, ein sehr verschiedenes und wechselndes*. Es muß deshalb zwischen *Brutvögeln* und *Durchzugsvögeln* bzw. *Gästen* grundsätzlich sehr scharf geschieden werden, wenn auch eine Anzahl von Arten in beiderlei Erscheinungsweise auftritt. Die sicherste Feststellung der einzelnen Exemplare als heimischer geschieht durch die *Beringung* der Nestjungen, deren hohe wissenschaftliche Bedeutung allen einsichtigen Forschern ja zweifelsfrei feststeht und schon wertvolle Ergebnisse gezeitigt hat.

Wenn auch der Vogel als beschwingtes, zu schneller und weiter Aufenthaltsveränderung befähigtes Wesen nicht so wie etwa die Säugetiere, Reptilien, Lurche und viele Klassen von Wirbellosen unter jener bannenden Abhängigkeit vom Geburtsort steht, die *Alfred Kirchhof* als „geographisches Sklaventum“ bezeichnet hat, so besteht doch für ihn solche Abhängigkeit wenigstens zeitweise bezüglich des Brutgeschäftes und der Nahrungsfindung. Die topographische Eigenart einer Gegend bedingt auch ihre Vogelwelt, und je eigenartiger eine Gegend in orohydrographischer, geologischer und, dadurch bedingt, floristischer Beziehung ist, um so eigenartiger, ärmer oder reicher an Arten und Individuen wird auch ihre Vogelwelt sein, um so bestimmter wird man von „Charaktervögeln“ der Örtlichkeit sprechen können. Und zwar gilt das sowohl für heimische *Brutvögel*, seien es nun Standvögel, die jahraus, jahrein im Gebiet bleiben, oder als Strichvögel es nur zeitweise und auf geringe Entfernungen, oder als Zugvögel für 6 bis 9 Monate (August bis April) und auf große Entfernungen hin (bis Südafrika) verlassen, als auch für — fast ausschließlich nordische — Gäste und Durchzügler. Der mit der Lebensweise der einzelnen Arten vertraute Beobachtungsornithologe weiß, wo und wann er die einzelnen Arten zu suchen hat, und wird auch bei erstmaligem Besuche einer Gegend aus deren Eigenart entnehmen, welche Arten er in ihr mehr oder weniger sicher erwarten darf. Freilich deckt sich Theorie und Wirklichkeit nicht immer. Öfters sind alle uns für eine bestimmte Vogelart als günstig bekannten Lebensbedingungen vorhanden: theoretisch müßte der Vogel da sein, aber tatsächlich fehlt er aus unerfindlichen Gründen, während man hin und wieder es doch auch zu

seiner freudigen Überraschung, ja Bewunderung erlebt, eine — vielleicht seltene — Art an einer Örtlichkeit aufzufinden, wo man sie nach deren ganzer Beschaffenheit und der sonstigen Gewohnheit der Art gar nicht erwarten durfte. Unter den zoologischen Sonderfächern ist es ja gerade die Ornithologie, die an solchen Überraschungen und Unregelmäßigkeiten — annehmen wie unangenehm — verhältnismäßig reich ist.

Die hohe ornithologische Bedeutung der Insel Hiddensö ist der Hauptsache nach *zweifach* begründet: 1. in der *geographischen Lage* und 2. in der *topographischen Eigenart*, die in ihrer bunten Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der Vogelwelt so günstige Aufenthaltsbedingungen bietet, wie wohl auf so beschränktem Raume keine zweite Gegend Deutschlands. Betrachten wir zunächst diese beiden für ein reiches Vogelleben so günstigen natürlichen Verhältnisse etwas näher.

1. *Die geographische Lage*. Ein Blick auf die Landkarte Europas zeigt sofort, wie überaus günstig Hiddensö für die Beobachtung des Vogelzuges gelegen ist, günstiger noch als die Kurische Nehrung, der es ja in seiner langgestreckten, von Norden nach Süden gelegenen Gestalt ähnelt. Freilich ist die Kurische Nehrung 97 km, Hiddensö nur 18 km lang; dafür drängt sich aber auf Hiddensö das Vogelleben zur Zugzeit eben noch mehr zusammen. Während in Rossitten überwiegend östliche Formen und Arten als Sonderheit zu beobachten sind und west- (nordwest-) europäische Arten nur ausnahmsweise vorkommen, bedingt es Hiddensös mitteleuropäische Lage, die natürliche Raststation der von *Nordwesten*, *Norden* und zum Teil auch von *Nordosten* über Skandinavien südwärts ziehenden Wandervögel, daß hier an der Grenze zwischen dem östlichen und westlichen paläarktischen Faunengebiet Arten und Formen sowohl westlicher als auch östlicher Herkunft zu erwarten sind. So vereinigt Hiddensö die Vorzüge und Eigenarten von Helgoland und Rossitten und verdient es deshalb mindestens so wie diese beiden Vogelwarten im Osten und Westen des deutschen Meeres, zur wissenschaftlichen Beobachtungsstation mit staatlicher Unterstützung ausgebaut zu werden.

2. Übertrifft werden jedoch sowohl das kleine Felseneiland Helgoland als die sandige Kurische Nehrung mit ihren in die Sandwüste eingesprengten Wald- und Feldoasen und Dünen- und Strandlachen durch Hiddensös *topographische Vielgestaltigkeit* und Mannigfaltigkeit, über die in Wort und Bild der neueste Reiseführer von *Arved Jürgersohn*¹⁾ (Stralsund, Verl. v.W. Zemsch) sowie speziell in botanischer Hinsicht die Arbeit von *J. W. Stolz: Über Flora und Geologie der Insel Hiddensö* in Heft 1 der im Auftrage des Deutschen (früher Internationalen) Bundes für Vogelschutz, Abtei-

¹⁾ *A. Jürgersohn*, Hiddensee, das Capri von Pommern. Ein Reiseführer und Gedenkalbum. Stralsund, 1913/14.

lung Natur- und Heimatschutzbund Hiddensö. herausgegebenen Schriften (erhältlich von H. Steinmetz, Charlottenburg, Tegeler Weg 13) gut orientiert. Während die Insel von ihrer Südspitze an bis zu dem davon 16 km entfernt an der nördlichsten Boddenbucht gelegenen Dorfe Kloster fast ganz flaches, nur an einigen Stellen bis zu

lächert von den in die senkrechte Wand horizontal eingegrabenen Nistgängen der Uferschwalben, die hier kolonienweise brüten. Einzelne ihrer Höhlen werden auch von einigen wenigen Brutpaaren des sonst auf Hiddensö seltenen Hausrotschwanzes benutzt. Der nordwestliche Teil dieses Oberlandes, der Dornbusch, ist (seit 1861, wo zunächst 6 Mor-



etwa 5—6 m hohe Dünen aufweisendes Gelände darstellt, ist das Nordstück der Insel, ihr Ansatzkern, Bergland, das von Süden nach Norden allmählich in welliger Unruhe aufsteigt bis zur Höhe von 70 m und nach Nordwesten und Norden in zum Teil wilder Zerklüftung steil abfällt. Der oberste Rand des Steilabhangs ist siebartig durch-

gen aufgeforstet wurden, während 1877 schon 280 Morgen und 1915 etwa 330 Morgen meist mit Kiefern, seit 1902 aber auch teilweise mit Laubhölzern aufgeforstet waren) bewaldet und bietet nicht nur im dichten Gebüsch (meist Sanddorn Dickicht, Hippophae rhamnoides) eines großen Teiles seines Steilabfalles mehreren Arten von Klein-

vögeln (Grasmücken, Würgern, Braunellen), sondern auch in den hohen Baumbeständen größeren Vögeln wie Turmfalken, Elstern, Krähen, Ringeltauben, Drosseln, Nistgelegenheit. Die an das Nordostende des Oberlandes sich in nordsüdlicher Richtung anschließende flache, an ihren höchsten Stellen kaum 3 m hohe Landzunge, der „Altbessin“, ist in seinem nördlichen Drittel von undurchdringlichem Sanddorndickicht, in das hier und da eine schilfumsäumte Lache eingesprengt ist, und in seinem mittleren und südlichen Stück überwiegend von wilden Rosen bestanden. Der „Griebener Haken“, der sich auf der Westseite des Bessins in die Bucht schiebt, weist nasses Wiesen- und Sumpfgelände auf. Der Südspitze ist im Westen die kleine flache Thedingsinsel und im Süden eine weit ausgedehnte „Schaar“ vorgelagert, der bei anhaltendem Westwind freigeweht wird. Im Sanddorndickicht des Nordens nisten Säger und Grabgänse, letztere hier, wie auf Juist, als Freibrüter, während sie sonst in Erdhöhlen (Fuchsbauen u. dergl.) brüten. An der kiesigen und sandigen Südspitze war 1914 eine kleine Brutkolonie der zierlichen Zwergseeschwalbe. Glaubhafter Überlieferung nach hat auch der *Steinwälzer* (*Arenaria interpres*) hier genistet, von dem 1912 ein Gelege auf dem Gänsewerder und 1914 eine Eischale auf der Heuwiese gefunden wurde. *In ganz Mitteleuropa ist Hiddensö* (bzw. diese Nebeninseln) *die einzige Brutstätte dieser Art!* Die Südspitze des Bessins und der vorgelagerte Schaar bilden zur Zugzeit die Raststätte von riesigen Scharen von Wandervögeln. Wir jagten z. B. am 14. August 1915 etwa 1000 Enten und 500 Graugänse auf einmal auf. Im flachen Wasser des Schaars und des sandigen Strandes und in den schlammigen Partien bei der Thedingsinsel suchen, mit ihren empfindlichen Schnäbeln emsig in den Grund stehend, Strandläufer, Wasserläufer, Uferläufer, Limosen und Brachvögel ihre Nahrung, und rennen ruckweise die drolligen Sandregenpfeifer umher, während weiter draußen verschiedene Mövenarten stehen oder schwimmen oder schwarmweise fliegen. Nur die Lach- und Sturmmöve ist Brutvogel auf Hiddensö, nicht die große Mantelmöve, die Silbermöve, die Heringsmöve, die Zwergmöve oder gar die nur an steilen Felsenküsten Nordeuropas und Irlands kolonienweise nistende Dreizehenmöve, wie es in völliger Unkenntnis der Lebensweise dieser zierlichen nordischen Möve von einem Stralsunder Herrn Professor behauptet worden ist.

Wenden wir uns nun vom breiten und zum großen Teile bergigen Nordstück der Insel südwärts, so führt der Weg vom Rettungsschuppen, in dessen unmittelbarer Nähe im Dornestrüpp am südwestlichen Fuße des Hochlandes die Sperbergrasmücke und der rotrückige Würger in mehreren Paaren nistet, über ganz flaches, von tief einschneidenden Boddenausbuchtungen (Prielen) und größeren und kleineren Lachen zerschnittenes Gelände, auf welchem Wiesenpieper und Kuh-

stelzen sowie einige Paare Kiebitze, Rotschenkel und Uferläufer nisten, nach dem größten Dorfe der Insel, Vitte. Am Boddenufer nisten nördlich vom Motorbootstege Wasserhuhn und — nicht jedes Jahr — gesprenkeltes Rohrhühnchen an schwer zugänglichen Stellen, während am kiesigen breiten Seestrände regelmäßig ein Brutpaar des Sandregenpfeifers anzutreffen ist. Südlich des Dorfes herrscht auf dem mit dem Bodden in Verbindung stehenden großen Teiche, der Seebänke sowie dem weiter südlich gelegenen, an seiner Westseite von Schilfwald und Binsen und Rohr umgebenen „Dunt“ und mehreren, bei trockenem Wetter austrocknenden kleineren Lachen zersetzten flachen Wiesengelände, das bei anhaltendem Nordwestwind durch Stauwasser vom Bodden aus überschwemmt wird, im Mai und Juni ein äußerst reges, mannigfaltiges Vogelleben. Da nisten von Sumpf- und Strand- (Wasser-) Vögeln: Rotschenkel, Kampfläufer, die beim Dunt auf kleineren Plätzen ihre harmlosen Turniere aufführen, Kiebitze, Schinzsche Alpenstrandläufer, Austernfischer, Sandregenpfeifer; auf bzw. am Dunt ist eine Brutkolonie der Lachmöven; ferner nisten hier verschiedene Entenarten, darunter auch die auf Hiddensö ziemlich häufige Löffelente, Wasserhühner sowie von Singvögeln: Wiesenpieper, Lerchen, Kuhstelzen, Rohrammern und im Schilfe der Schilfrohrsänger. Auch die Wasserralle wurde hier 1915 als Brutvogel festgestellt. In der an das Wiesengelände nach Westen und Süden angrenzenden Heide, in der es noch bis vor wenigen Jahren viele Kreuzottern gab, brüten in Fuchsbauen Grabgänse, und im Heidekraut ist der Wiesenpieper der häufigste Brutvogel. Eine kleine, merkwürdige Welt für sich bildet die *Fährinsel* mit ihrem malerischen uralten Fährhause, ihrer Schwedenschanze, ihrer Heide mit niedrigen, dichten Wacholderbüschen, in denen im Juni der mittlere Säger sein meist 11—13 Eier enthaltendes, in Dünen gebettetes Gelege verbirgt. Auf der Fährinsel herrschte noch 1911 und 1912 recht reges Vogelleben. Da waren starke Brutkolonien von Lach- und Sturmmöven, eine etwa 20 Gelege zählende Brutkolonie der Zwergseeschwalbe, eine größere der Flußseeschwalbe; außerdem nisteten eine Anzahl Austernfischer, Sandregenpfeifer und Rotschenkel hier. Durch unpraktische „Vogelschutz“-maßregeln (Drahtnetzzaun) und durch Eierplünderung durch Igel ist der Bestand an Brutvögeln seit einigen Jahren leider sehr verringert. Er wird sich wieder heben, wenn der Schutz der Vögel wieder dem heimischen Bunde, der ihn zuerst geschaffen und wirksam ausgeübt hat, zurückgegeben wird. Die jetzt herrschenden Verhältnisse sind schlechterdings unhaltbar und stellen je länger, je mehr für alle wirklichen Ornithologen ein öffentliches Ärgernis dar, unter dem sowohl der *Vogelschutz* als auch die wissenschaftliche Forschung empfindlich leidet. Der *Vogelschutz auf Hiddensö kann*

und muß zweckmäßig nur von dem heimischen Natur- und Heimatbund Hiddensö, der über ornithologisch gebildete tüchtige Kräfte verfügt, ausgeübt werden. Es ist geradezu verhängnisvoll, daß seitens des Provisorates des Klosters zum Heiligen Geiste in Stralsund, dem der größte Teil des Grund und Bodens der Insel gehört, zwei auswärtigen Vereinen — der Leiter des einen hat in frappierender Weise den Nachweis ornithologischer Unwissenheit erbracht — große und wichtige Gebiete der Insel zum „Vogelschutz“ überwiesen sind, aus denen der Bund verdrängt werden soll, der zuerst und allein den wirklichen, praktisch erprobten Schutz und gründliche wissenschaftliche Durchforschung durchgeführt hatte. In so wichtigen Dingen von allgemein wissenschaftlichem Interesse sollte doch kein Ansehen der Person, sondern allein die Sache selbst gelten. Mir ist von vielen wirklichen Ornithologen das lebhafteste Bedauern, ja manche Entrüstung über den jetzigen Zustand der Dinge geäußert worden.

Etwas über 1 km westlich von der Fährinsel liegt mitten in der Heide das Gasthaus *Heiderose*. Da hier auf weiter, baumloser Fläche der einzige Baumbestand (etwa 20—30 jährige Erlen, Kiefern, Pappeln, Obstbäume) und mancherlei Buschwerk sich befindet, konzentriert sich das Kleinvogelleben zur Zugzeit hier oft in erstaunlicher Weise. An manchen Tagen wimmelt es geradezu von Kleinvögeln aller Art, und für die Beobachtung dieser Arten zur Zugzeit kann es keinen geeigneteren Ort geben als die „Heiderose“. Östlich und südöstlich ist das hinter der Heide gelegene Gelände sumpfig und mit größeren Lachen und Teichen durchsetzt. Hier herrscht ein reges Sumpf- und Wasservogelleben zur Brut- und Zugzeit. An dem in diesem Gelände gelegenen Achterwischensee, auf dem 1911 und 1912 viele junge Lachmöven beringt worden sind, konnten wir im August 1915 außer vielen anderen interessanten Durchzügler auch den seltenen Temmincksstrandläufer beobachten. In den Dünenschutzanpflanzungen vor dem eigenartigen, keine eigentliche Dorfstraße aufweisenden Doppel-dorfe *Neuendorf-Plogghagen*, in dem sich die sehenswerte Vogelsammlung des früheren Leuchtturmwärters *Wenzlaff* befindet, und in den Baumanpflanzungen um den südlich vom Dorfe gelegenen Durchbruchsteiche, der östlich von einem langen, massigen Steindamm begrenzt wird, herrscht reges Kleinvogelleben. Besonders häufig tritt hier der rotrückige Würger als Brutvogel auf. Auf dem Dammteiche brütet alljährlich — von mir zuerst 1911 festgestellt — der stattliche Haubentaucher. Das von Menschen unbewohnte flache, 8 km lang nach Süden sich erstreckende Gelände südlich von Neuendorf dient als Viehweide. In früheren Jahrzehnten hat hier ein reiches Vogelleben geherrscht. Als Kuriosum sei erwähnt, daß auf dem Gellen — so heißt der südliche Teil der Insel — einmal der Seeadler auf flacher Erde genistet hat; lang', lang' ist es her!

Jetzt ist der Gellen sehr arm an Brutvögeln. Außer nicht zahlreichen Kiebitzen, Austernfischern, Rotschenkeln nistet hier verhältnismäßig häufig der Schinzsche Alpenstrandläufer; einige Paare Grabgänse, deren reizende Dunenjungen bewunderungswürdige Fertigkeit im Schwimmen und Tauchen besitzen, beleben die Gegend; auf dem *Gänsewerder*, der kleinen Insel östlich des Gellen, nistet die Perle der Vogelwelt Hiddensös: der graziöse schwarz-weiße Säbelschnäbler, der Steinwölzer, die Zwergseeschwalbe, die Flußseeschwalbe, Sturm- und Lachmöve, einige Paare Rotschenkel, Regenpfeifer, Austernfischer und dann und wann auch der Kiebitz. Zur Zugzeit rasten große Scharen wilder Gänse auf dem Gellen, und auf den „Schaaren“ östlich der Gellenspitze trifft man Hunderte von wilden Schwänen (die sich hier das ganze Jahr hindurch aufhalten, ohne jedoch zur Brut zu schreiten) und Tausende und Aber-tausende von Strandläufern, Wasserläufern, Enten, aber auch zahlreiche Sanderlinge, Regenpfeifer, Limosen, Steinwölzer, Austernfischer, Fischreiher an. Bei unseren mehrere Kilometer weit durch das flache Wasser oder über den freiliegenden Sand des Gellenschaars ausgedehnten Wanderungen Ende August 1915 hatten wir das große Glück, auch mehrere Male einige alte und junge Raubseeschwalben (*Sterna caspia*) sehr genau zu beobachten. Diese größte mövenartige Seeschwalbenart hat in letzter Zeit — sorgsam geschützt — nur noch auf dem „Ellenbogen“ auf Sylt in einigen wenigen Paaren genistet. Unsere Beobachtung läßt vermuten, daß sie 1915 auch auf Rügen oder in der Nähe von Rügen in zwei bis drei Paaren gebrütet und ihre Jungen glücklich aufgebracht hat. Von Anfang September bis Ende Oktober bevölkern Hunderttausende nordischer Durchzügler — meist Sumpfvögel — die flachen Gewässer, Schaare, Lachen und sumpfigen Stellen Hiddensös, und im eigentlichen Winter sind es nordische Wasservögel, die die offenen Gewässer bedecken: Enten, Rottgänse, wilde Schwäne, von denen bei Barhöft von einem Jäger in einem Winter über 100 erlegt wurden, Wasserhühner, einzelne Alken und Lummen und Seetaucher; von Kleinvögeln stellen Schneeammern, Bergfinken, Leimzeisige die häufigsten nordischen Wintergäste dar, zu denen Gimpel, nordische Drosseln und in manchen strengen Jahren auch Seidenschwänze und Alpenlerchen sich gesellen. So bietet Hiddensö zu allen Jahreszeiten dem Ornithologen reichliche Gelegenheit zu lohnendsten Beobachtungen¹⁾, und es kann schon nach diesen kurzen, summarischen, viele interessante Einzelheiten — z. B. das eigentümliche *Fehlen* mancher Vogelarten auf der Insel (Spechte, Meisen, Weidenlaubsänger, Rebhühner u. a.) — nicht näher

¹⁾ Bis jetzt sind für Hiddensö 207 Vogelarten, davon 79 als Brutvögel, sicher nachgewiesen; dazu kommen noch 2 als Gäste auf den Wärdern (südwestlich von Hiddensö) beobachtete. Fraglich und erst noch sicher festzustellen sind etwa weitere 10 Arten.

berücksichtigenden vorstehenden Mitteilungen keinem Zweifel unterliegen, daß der Insel Hiddensö eine große ornithologische Bedeutung eignet, die in ihrer Größe erst recht anerkannt und bekannt sein wird, wenn die seit wenigen Jahren erst begonnenen Forschungen bis zu einem gewissen Abschluß gelangt sein werden. Nach Helgoland und Rossitten wird Hiddensö die dritte deutsche Vogelwarte sein.

Individuen und Individualstoffe¹⁾.

Von Prof. Dr. C. Correns, Berlin-Dahlem.

(Schluß.)

Wir wenden uns nun zu den *Transplantationsversuchen*, die besonderes Interesse verdienen, weil sie vielleicht den noch am besten begründeten Anlaß gegeben haben, „biochemische“ Differenzen zwischen den Geweben zweier verschiedener, wenn auch *artgleicher* Tiere anzunehmen²⁾.

Bei der Verpflanzung von Gewebestücken lassen sich die abgelösten Teile beim *selben* Individuum wieder einheilen; man spricht dann von *Autotransplantation*. Oder sie werden, bei der *Homoiotransplantation*, auf ein anderes, *artgleiches* Individuum übertragen. Oder sie werden endlich, bei der *Heterotransplantation*, einem *artfremden* Individuum eingefügt.

Es ist längst bekannt, daß diese Heterotransplantation, je nach der näheren oder ferneren Verwandtschaft der verbundenen Arten, glückt oder nicht glückt; und wenn sie glückt, kann das nur für kurze oder für längere Zeit der Fall und mit größeren oder geringeren Störungen verbunden sein. Ebenso bekannt ist, daß Homoiotransplantation ein noch besseres Resultat gibt als gut gelungene Heterotransplantation.

Wir können hier die oft erörterte Frage³⁾ nur streifen, ob die Verwandtschaft, die sich im Gelingen der Transplantation äußert, mit der sexuellen Verwandtschaft identisch ist, wie sie sich in der größeren oder geringeren Leichtigkeit ausspricht, mit der die Befruchtung gelingt. Eine gewisse Parallelität ist sicher vorhanden; aber schon Gärtner⁴⁾ wußte, daß im Pflanzenreich die Fähigkeit, sich vegetativ zu verbinden, viel weiter geht als die, Bastarde zu bilden. Die Annahme, daß beide Verwandtschaften, die der Transplantation und die der Befruchtung, in der „Pri-

mären“ biochemischen Spezifität der *Plasmen* beruhen, liegt nahe, ist aber nicht notwendig. Im Gegenteil scheinen mir viel eher sekundär gebildete Stoffe, die aber von primären, erblichen Anlagen abhängen, die Ursache des Erfolges oder Mißerfolges zu sein. Es brauchen auch durchaus nicht die gleichen Stoffe bei Transplantation und bei Befruchtung wirksam zu sein; nötig ist nur, daß beiderlei Stoffe von Sippe zu Sippe verschieden sind, und daß der Unterschied innerhalb der zwei Stoffklassen um so größer ist, je ferner sich die zwei verschiedenen Sippen stehen. Eine völlige Parallelität braucht darum nicht zu bestehen, und die Abweichungen von ihr müssen deshalb auch nicht notwendig auf sekundäre Ursachen, auf Nebenumstände, zurückgeführt werden.

Uns interessieren hier vor allem die Angaben, nach denen *Autotransplantation* noch besser gelingen soll als *Homoiotransplantation*.

Zunächst ist daran zu erinnern, daß ein solcher Unterschied sicherlich nicht *immer* nachweisbar ist. Nach *Korschelt* bleiben z. B. Regenwürmer, die aus zwei Stücken verschiedener Individuen derselben Art zusammengesetzt wurden, wohl ebensolange am Leben (bis zu 10 Jahren) als normale Tiere. *Born*, *Braus* und *Harrison* konnten bei Amphibien artfremde Stücke zu neuen, lebensfähigen Individuen vereinigen.

Dagegen haben *Borst* und *Enderlen*¹⁾ gefunden, daß Stücke von Arterien bei Autotransplantation zu tadellosem Einheilen und völliger Brauchbarkeit zu bringen waren (während einer Versuchsdauer von über hundert Tagen); bei Homoiotransplantation wurde dagegen das fremde Stück langsam aufgelöst und durch körpereigenes Gewebe ersetzt.

Auch *Leo Löb* hat gezeigt, daß nach Transplantation einer Geschwulst (Adenom) der Milchdrüse einer weißen Ratte auf andere Ratten die übertragenen Zellen bald abstarben; während nach der Verpflanzung der Geschwulst auf demselben Individuum die Zellen nicht nur am Leben blieben, sondern auch beträchtlich wuchsen. Versuche, die *L. Löb* mit *S. Leopold* bei Hunden mit derselben Art Geschwulst ausführte, gaben das gleiche Resultat. Ebenfalls von *Leo Löb* stammt eine Angabe, nach der Stücke des Uterus, die in das subkutane Gewebe *desselben* Meerschweinchens transplantiert werden, an den Schnittstellen eine Decidua bilden können, während solche Uterusstücke im subkutanen Gewebe *anderer* Meerschweinchens *gewöhnlich* nicht zur Deciduabildung kamen. *Hautstücke* des Meerschweinchens auf andere Meerschweinchens übertragen wuchsen dagegen an und weiter und blieben lange Zeit, vielleicht dauernd, am Leben. Doch hält *L. Löb* auch hier gewisse Unterschiede bei Auto- und Homoiotransplantation für möglich.

¹⁾ *Borst* und *Enderlen*, Über Transplantation von Gefäßen und ganzen Organen. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. 49, S. 54 u. f., 1909.

¹⁾ In gekürzter Form vor der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft vorgetragen am 22. Januar 1916.

²⁾ Die einschlägige Literatur bei *A. Oppel*, Über die gestaltliche Anpassung der Blutgefäße, in *Roux*, Vorträge und Aufsätze, Heft X, 1910, und bei *G. Schöne*, Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation, Berlin 1912.

³⁾ Zuletzt von *W. Schultz*, Parallele von Bastardierung und Transplantation und Rückschlüsse auf die Vererbung usw., Archiv f. Entwicklungsmech., XLI. Bd., 1. Heft, 1915.

⁴⁾ *C. J. Gärtner*, Bastardierung, S. 629, 1849.

Sowohl *Borst* und *Enderlen* als *Löb* sehen den Grund des Mißlingens in chemischen Differenzen in den Säften der verschiedenen Individuen, mag es sich um die *Ernährung* oder seinen *Reiz* (*Roux*, *Ehrlich* u. a.) handeln.

Solchen Beobachtungen an Tieren haben wir aus dem Pflanzenreich nichts Entsprechendes entgegenzustellen. Bei Pfropfungen können hier auch artfremde Komponenten sehr gut dauernd verwachsen, und ein Unterschied im Verhalten, je nachdem das Reis wieder demselben Individuum eingefügt wurde, oder einem fremden derselben Art, ist mir nicht bekannt. Im Gegenteil, es wird angegeben, daß sich in manchen Fällen das aufgepfropfte Reis auf artfremder Unterlage besser entwickelt habe als bei Transplantation auf ein Individuum der gleichen Art, oder in natürlicher Verbindung mit dem Muttersproß (*Solanum Dulcamara* auf *Solanum Lycopersicum*, nach *Vöchting*). Es läuft das natürlich auf bessere Ernährungsbedingungen für das Pfropfreis heraus.

Es ist seit *Vöchtings* Untersuchungen bekannt, welche Bedeutung bei Transplantation am selben Individuum die *Orientierung* des wieder eingesetzten Stückes besitzt. Ein abgelöster Rindenring z. B. heilt, am Zweig in der alten Stellung wieder eingefügt, ohne Schwierigkeit wieder ein; setzt man ihn aber so ein, daß sein früherer oberer Rand nach unten sieht, so gibt es schwere Störungen, ehe der Heilungsprozeß vollzogen ist. Solche Störungen, durch die Orientierung der verpflanzten Stücke bedingt, dürften, nach den Beobachtungen von *G. Schönes*¹⁾, bei den oben genannten Ergebnissen keine Rolle gespielt haben. Es fragt sich nur, ob *wirkliche individuelle Verschiedenheiten* die Ursache des besseren oder schlechteren Gelingens waren, oder *erbliche* (Sippen-) Unterschiede.

Mir scheint das erstere noch nicht bewiesen zu sein. Nirgends ist z. B. bei *Borst* und *Enderlen* die Verwandtschaft zwischen dem Tier, das das transplantierte Gewebestück lieferte, und dem Tier, auf das es gegraft wurde, berücksichtigt. Bei ihren Versuchen gehörten die zu Homoiotransplantationen benutzten Tiere zum Teil sogar sicher verschiedenen *Rassen* an, z. B. wenn ein großer schwarzer Hund und ein braungefleckter Jagdhund verwendet wurden. Die von *L. Löb* ermittelte Tatsache, daß die Deciduabildung bei Transplantationen auf andere Meerschweinchen zuweilen doch gelingt, ist vielleicht in dem Sinne zu deuten, daß die Versuchstiere dann blutsverwandt waren. In dieser Hinsicht ist auch eine Beobachtung von *G. Schöne*²⁾ von Interesse, der bei der Übertragung von Mäusetumoren ähnliche Ergebnisse erhielt wie *L. Löb*, aber ausdrücklich

angibt, daß Hautlappen auf beliebigen, nicht blutsverwandten Mäusen selten anheilten, daß er dagegen bei jungen, gleichgeschlechtigen Geschwistern günstige Resultate erzielte.

Auch hier wäre zuerst einmal systematisch zu untersuchen, wie die Transplantation zwischen den Eltern unter sich, zwischen den Eltern und Kindern und zwischen den Kindern desselben Elternpaares verläuft, verglichen mit der Transplantation auf Individuen, die derselben Rasse angehören, aber nicht direkt verwandt sind. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß die Stoffe, von denen das Gelingen oder Mißlingen abhängt, genau so vererbt werden wie die Hemmungsstoffe beim Wiesenschaumkraut, daß also z. B. bei einem Teil der Kinder das Gewebe der Mutter, bei einem anderen Teil das des Vaters besser einheilt. Dann hätten wir es also auch hier mit *Linienstoffen* und nicht mit Individualstoffen zu tun. Vielleicht liegen die Verhältnisse auch komplizierter, ähnlich wie bei den Riechstoffen, ohne im Grunde verschieden zu sein.

Für Vererbbarkeit spricht auch die Tatsache, daß bei ganz jungen Tieren (Embryonen und Larven) Homoiotransplantationen offenbar besser gelingen als bei erwachsenen. Das geht aus vielen Versuchen hervor, die *Born*, *Morgan*, *Speermann*, *Harrison*, *Braus* und andere an solchen Objekten angestellt haben, und weist darauf hin, daß die Stoffe, die das Gelingen der Verwachsung ermöglichen oder hindern, beim jungen Tier noch ganz fehlen oder in relativ viel geringerer Menge vorhanden sind¹⁾. Von Individualstoffen, die für das einzelne Individuum charakteristisch sein sollten, mußte man aber annehmen (und hat es auch angenommen), daß sie in allen Zellen und während des ganzen Entwicklungsganges des Individuums vorhanden seien. Das spätere Auftreten spricht also für die Bildung durch vererbte Anlagen.

Nur Versuche wie die *Leo Löbs*, bei denen Milchdrüsengeschwülste transplantiert wurden, verlangen möglicherweise eine andere Erklärung. Es könnte sein, daß primär oder sekundär, durch den Tumor oder die Ursachen der Tumorbildung, der gesamte Chemismus des erkrankten Individuums so verändert worden wäre, daß es, und nur es, nicht auch ein gesundes Individuum, dem transplantierten Geschwulststück die Möglichkeit zu weiterer Entwicklung geboten hätte, statt immun zu werden.

Es ist bei physiologischen Untersuchungen, z. B. solchen über die richtende Wirkung der Schwerkraft und des Lichtes, schon lange aufgefallen, daß die Individualität der Versuchs-

¹⁾ *G. Schöne*, l. c.

²⁾ *G. Schöne*, Vergleichende Untersuchungen über die Transplantation von Geschwülsten und von normalen Geweben (Beitr. z. Klin. Chirurgie Bd. 61 S. 1 u. f., 1908).

¹⁾ Ähnlich wie sich nach *Braus* (Über das biochemische Verhalten von Amphibienlarven, Arch. f. Entw.-Mech., XXII. Bd., S. 564, 1906) mit dem Gewebe der erwachsenen Unke ein Präzipitin erzeugen läßt, das bei dem Versuch mit dem Gewebe der Unkenlarve vermischt wird.

objekte eine große Rolle spielt, auch wenn der Reiz alle Objekte völlig gleich trifft. Man hat diese Fehlerquelle durch möglichst große Zahlen von Versuchsobjekten beim einzelnen Versuch oder durch mehrfache Wiederholung des Versuches auszuschalten versucht. In neuester Zeit hat *Tröndle*¹⁾ die individuellen Unterschiede, und zwar bei der geotropischen Reaktionszeit, besonders studiert, speziell an der Koleoptile des Hafers und der Keimwurzel der Kresse, und hat auch die Kurven dafür in der für Variabilitätsuntersuchungen üblichen Weise ermittelt. Beim Hafer ist sie vollkommen symmetrisch, bei der Kresse deutlich schief. Da *Tröndle* die äußeren Bedingungen vom Beginn der Keimung der Samen ab während der ganzen Versuchsdauer so gleichmäßig als möglich gemacht hatte, verlegt er die individuellen Unterschiede schon in die Samen. Schuld an diesen seien zufällige kleine Verschiedenheiten der äußeren Faktoren (z. B. der Ernährung) während des Reifens der Samen. Wir können ihm darin gewiß recht geben. Auch wenn wir bezweifeln, daß die äußeren Bedingungen während der Versuchsdauer wirklich so völlig gleich gemacht werden können, wie *Tröndle* annimmt, können sie neben den schon im Korn liegenden Ursachen nur eine mäßige Rolle spielen. Daneben mögen aber auch noch *Linienunterschiede* in Betracht zu ziehen sein.

In anderen Fällen, z. B. bei den individuellen Schwankungen in der Schärfe, mit der eine Beobachtung angestellt wird, wie sie sich z. B. in dem von Person zu Person verschiedenen „persönlichen Fehler“ der Astronomen aussprechen, spielen neben äußeren Einflüssen (zu denen natürlich auch die Gewöhnung zu rechnen ist) erbliche Unterschiede die Hauptrolle.

Schließlich sei noch der sogenannten *Individualpotenz* gedacht. Es ist das eine aus Züchtereinkreisen stammende Bezeichnung für die Tatsache, daß ganz gleich aussehende Eltern doch eine sehr verschiedene Nachkommenschaft hervorbringen können. Von zwei gleich guten Rennpferdhengsten gibt mit derselben Stute der eine gute, der andere mehr oder weniger schlechte Renner.

Es hat natürlich nur dann einen Sinn, von einer Individualpotenz zu sprechen, wenn man darunter „eine eigentümliche Potenz in der Vererbung“ versteht, „welche dem Organismus an und für sich und ohne Beziehung auf die Eigenschaften zukommt“²⁾. Dafür, daß sie so wirklich existiert, haben wir keine rechten Anhaltspunkte. Was man dafür angesehen hat, ist wohl darauf

zurückzuführen, daß bei *verschiedener erblicher Konstitution* zwei Individuen doch *äußerlich völlig gleich* aussehen können. Dies ist im Grunde schon die Erklärung der Individualpotenz bei dem bekannten Tierzüchter *H. von Nathusius*¹⁾.

Wenn wir bei einem mendelegenden Bastard ein Individuum mit der rezessiven Eigenschaft (z. B. glattem Blattrand) mit zwei Individuen mit der dominierenden Eigenschaft (gesägtem Blattrand) verbinden, die äußerlich ununterscheidbar sind, von denen das eine „rein“ (homozygotisch), das andere „unrein“ (heterozygotisch) ist, erhalten wir eine verschiedene Nachkommenschaft, im ersten Fall lauter Individuen mit dem dominierenden Merkmal (gesägtem Blattrand), im zweiten zur Hälfte Individuen mit dem dominierenden und zur Hälfte Individuen mit dem rezessiven Merkmal (zur Hälfte mit gesägtem, zur Hälfte mit glattem Blattrand). Das ist das eine Paradigma für die Art und Wirkungsweise der „Individualpotenz“. Der verschiedene Ausfall der Nachkommenschaft kann aber auch darauf beruhen, daß, wie bei den Bohnen *Johannsens*, zwei Individuen, die infolge ungleicher äußerer Einflüsse gleich aussehen, zu zwei erblich verschiedenen, konstanten Linien gehören können, indem die äußeren Einflüsse den Anlagen entgegenwirkten. Ja, es kann sogar, bei transgressiver Wirkung dieser äußeren Einflüsse, das Individuum, das wir wegen einer besseren Eigenschaft zur Fortpflanzung gewählt haben, wegen seiner schlechteren erblichen Anlage eine ungünstigere Nachkommenschaft geben als ein schlechter aussehendes, das in Wirklichkeit besser erblich veranlagt ist.

In allerneuester Zeit ist die Individualpotenz in einer Arbeit von *O. Köhler*²⁾ über Seeigeltastarde wieder aufgetaucht, ohne daß mir in dem bisher Mitgeteilten der Beweis erbracht schien, es läge wirklich etwas ausschließlich dem Individuum Eigentümliches zugrunde.

Damit sind wir am Ende unserer Ausführungen angelangt.

Wir sahen, daß nach den Ergebnissen der modernen Vererbungslehre bei den höheren, sich nicht selbst befruchtenden Organismen für das Individuum eine bestimmte *Kombination* von Eigenschaften, z. B. von chemischen Stoffen, charakteristisch ist. Die Ausbildung jeder einzelnen Eigenschaft, also auch jedes Stoffes, beruht auf einer Anlage, die in den Keimzellen von Generation zu Generation weitergegeben wird. Die einzelnen Eigenschaften sind etwas *Spezifisches*, nicht etwas Individuelles. Die Kombination der Anlagen, und damit die der Eigenschaften und Stoffe, fällt aber immer wieder, bei

¹⁾ *A. Tröndle*, Untersuchung über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. (Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Gesellschaft Bd. II, Abh. 1, 1915.)

²⁾ *H. v. Nathusius*, Vorträge über Viehzucht und Rassenkenntnis, S. 140, 1872.

¹⁾ l. c. 141.

²⁾ *O. Köhler*, Über die Ursachen der Variabilität bei Gattungsbastarden von Echiniden (Zeitschr. f. indukt. Abstammungslehre Bd. XV, Heft 1/2, 1915).

jeder Befruchtung, verschieden aus, als Spiel des Zufalls, weil nicht jede Keimzelle auch jede Anlage mitbekommt. Die Kombination entsteht jedesmal bei der Entstehung des Individuums und geht wieder mit ihm zugrunde: sie ist das individuelle.

Wenn in der Literatur von *Individualstoffen*, Stoffen, die auf das einzelne Individuum beschränkt sein sollen, die Rede ist, so fanden wir, daß dabei zum Teil von vornherein eine Verkenntung der Eigenschaften des Individuums vorliegt.

Der einzige Fall, der bis jetzt einer experimentellen Prüfung unterzogen wurde, die Hemmungstoffe der selbststerilen Pflanzen, zeigte dagegen deutlich, daß es sich nicht um Individualstoffe handelt, sondern um vererbare Stoffe, „*Linienstoffe*“, die schon bei den Eltern vorhanden waren und bei den Enkeln gesetzmäßig wiederkehren.

Solche Versuche stehen für die übrigen Fälle, Riechstoffe usw., noch aus. Ihr Ergebnis wird aber im Grunde kaum anders ausfallen, wenn es auch viel komplizierter sein mag. Dafür haben wir zum Teil schon bestimmte Anzeichen.

Die biologische Chemie hat in der letzten Zeit außerordentliche Fortschritte gemacht, die auch der experimentellen Vererbungslehre zugute gekommen sind und noch kommen werden. Umgekehrt sollte aber auch die Biochemie in ihrem eigenen Interesse die Ergebnisse der Vererbungslehre mehr verstehen und berücksichtigen. Sobald einmal das Wesen der Eigenschaften des Individuums und ihre Abhängigkeit von der Fortpflanzungsweise recht verstanden sein wird, werden die „Individualstoffe“ aus der Diskussion verschwunden sein.

Alle biologischen Wissenschaften müssen mehr als bisher darauf achten, wie das Material beschaffen ist, mit dem sie arbeiten. Ein gutes Beispiel dafür, wohin die Vernachlässigung dieser Forderung führt, liefern die statistischen Untersuchungen über Variabilität aus *Galtons* und *Pearsons* Schule, die, mit „Populationen“ statt mit reinen Linien arbeitend, an der Entdeckung *Johannsens* vorbeigegangen ist und die Fortschritte der Bastardforschung seit der Wiederentdeckung *Mendels* aufs heftigste, freilich erfolglos, bekämpft hat.

Nur beim Zusammenarbeiten der einzelnen Zweige biologischer Forschung wird ein wirklicher Fortschritt zu erzielen sein.

Kleine Mitteilungen.

Der Anteil der Deutschen an der Meteorologie.

Als willkommene Ergänzung der verschiedentlich gemachten Ausführungen über den Anteil der Deutschen an den einzelnen Zweigen der Wissenschaft mag folgende flüchtige Zusammenstellung erscheinen. Sie ist aus einem kleinen Aufsatz von *J. Vincent* in dem *Annuaire météorologique* (Brüssel) für 1905, also einer bestimmt nicht das Deutsche hervorhebenden Stelle

abgeleitet. Angeführt werden dort die hauptsächlichsten zusammenfassenden Werke, Lehr- und Handbücher über Meteorologie seit dem Altertum. Der Sprache nach geordnet liefern sie diese Anzahlen:

Deutsch	107 + 8
Französisch	60 + 4
Englisch	38 + 3
Lateinisch	41
Italienisch	11 + 2
Holländisch	4 + 1
Russisch	3 + 2
Griechisch	2
Spanisch	1 + 1
Dänisch	1
Norwegisch	1
Portugiesisch	1
Ungarisch	1

Bei den lebenden Sprachen gibt die erste Zahl die ursprünglichen Werke, die zweite die der Übersetzungen aus anderen Sprachen. Von den angeführten lateinischen Ausgaben stammen nur 5 aus dem Altertum, von den anderen wurden in Italien 2, in Frankreich 6, in den deutschsprechenden Gebieten aber mindestens 24 verlegt. Bei uns erhielt sich das Latein als Gelehrtensprache eben viel länger. 10 der 38 englischen Werke erschienen in Nordamerika. Dies berücksichtigt, kommen also auf Deutschland und Österreich 139, auf Frankreich und Belgien 70, auf England 32 (1 in lateinischer Sprache) Bücher. Eine gewisse Bevorzugung mochte allerdings den deutschen Werken insofern zugute gekommen sein, als *Vincent* für sie das grundlegende Repertorium der Deutschen Meteorologie von *G. Hellmann* zur Verfügung stand; doch lieferte dies höchstens für die älteren Zeiten besondere Beiträge, die Werke nach 1800 mußten dem Verfasser so ziemlich bekannt sein. Diese geben aber für sich die Zahlen: Deutschland und Österreich 98, Frankreich und Belgien 56, England 30, also immer noch wesentlich dasselbe Verhältnis. Wenn sich dieses seit der Zeit der Abfassung von *Vincent's* Übersicht (1905) geändert hat, so geschah es sicher nicht zuungunsten des Deutschen. Die Zahlen geben dem Fernerstehenden vielleicht ein beiläufiges Bild von dem besonderen Anteil, den deutsche Geistesarbeit an den Fortschritten der Kenntnis von der Lufthülle der Erde hat. Für den Fachmann ist aber ein derartiger Nachweis nicht erst erforderlich; er weiß auch recht gut, daß unser Übergewicht nicht etwa bloß deutscher Schreibseligkeit zu verdanken ist, sondern daß dauernd emsig, zielbewußte und umfassende Arbeit in allen den verschiedenen Zweigen geleistet wird. Sie bringt auch gerade jetzt reichliche Früchte, mehr als man vielleicht allgemein ahnt. Wir wollen hoffen, daß ihr gleicher Lohn auch im Frieden mit seinen zum Teil verwickelteren und schwierigeren Forderungen beschieden sein werde.

W. S.

Die Fortpflanzung des Schalles in der Atmosphäre. (*E. van Everdingen*, Versl. K. Ak. van Wet. Amsterdam, 24, S. 820—849, 1915.) In einer Zusammenstellung der genauesten neueren Untersuchungen über die Ausbreitung des Schalles bei Explosionen, Vulkanausbrüchen und dergleichen, bildlich in einer Tafel dargestellt, tritt deutlich das wiederholte Auftreten einer „Zone des Schweigens“ hervor, wo nach bestimmten Angaben kein Schall vernommen wurde, während in größerer Distanz von der Schallquelle wieder deutlich Schallphänomene beobachtet wurden.

Der Kanonendonner bei der Belagerung Antwerpens (7.—9. Oktober 1914) hat nach den vom Kgl. Niederländischen Meteorologischen Institute gesammelten Beobachtungen eine äußerst regelmäßige Zone des Schweigens erzeugt, welche als Gürtel etwa zwischen den Radien 100 und 160 km zwei Gebiete mit zahlreichen Beobachtungen trennt. Deutsche Beobachtungen, von *Meinardus* gesammelt, bestätigten dieses Ergebnis vollständig. 8 weitere Tage im Oktober und November 1914 und Januar 1915, an denen ebenfalls bedeutende Kriegsereignisse in Belgien und Nordfrankreich oder zur See verzeichnet sind, lieferten neue Belege für das regelmäßige Auftreten eines zweiten, anomalen Hörbarkeitsgebietes in etwa 160 km Distanz von der Schallquelle. Bemerkenswert ist, daß gerade an dieser Grenze verschiedentlich verstärkte Hörbarkeit, begleitet von Fensterklirren und dergleichen, beobachtet wurde.

Zwei Theorien sind zur Erklärung herangezogen:

1. Die „meteorologische“ Theorie (u. a. *Mohn, Rayleigh, Fujiwara*), welche die anomale Ausbreitung auf Windeinflüsse und Unregelmäßigkeiten der Temperaturänderung in der Vertikalen zurückführt. Sie verlangt Asymmetrie zur Schallquelle und Unterschied zwischen gegenseitig senkrechten Richtungen. Der launenhafte Charakter der Witterungselemente läßt allerhand Unregelmäßigkeiten als möglich erscheinen, und besonders bei Vulkanausbrüchen, wo kolossale Störungen im vertikalen Temperaturgang und Sprünge in der Windgeschwindigkeit wahrscheinlich sind, dürfte diese Theorie am meisten geeignet sein, die sonderbaren Begrenzungen des normalen und abnormalen Hörbarkeitsgebietes zu erklären. Mangels Beobachtungen aus den höheren Luftschichten ist jedoch bis jetzt noch niemals der Beweis erbracht, daß die meteorologischen Einflüsse zur Erklärung genügen.

2. Die „physikalische“ Theorie von *dem Bornes*, welche die Zurückbiegung der Schallstrahlen auf die Änderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre in den sehr hohen Luftschichten (über 60 km) zurückführt. Diese verlangt bei ruhender Atmosphäre vollständige Symmetrie zur Schallquelle, wie bis jetzt noch nicht beobachtet wurde, in den vom Verfasser untersuchten Fällen aber, soweit nachweisbar, vorhanden war.

Eine graphische Darstellung des Strahlenganges weist darauf hin, daß in der Tat auch bei ganz kontinuierlicher Dichteänderung eine scharfe äußere Grenze der Schweigzone auftreten muß, und unmittelbar an dieser Grenze vorbei verstärkte Hörbarkeit.

Quantitativ blieb jedoch ein beträchtlicher Unterschied zwischen Beobachtung und Rechnung, weil letztere nach *von dem Borne* in 114, nach dem Verfasser schon in 103 km Distanz von der Schallquelle Rückkehr zur Erde angibt.

Zur Entscheidung dieser Frage werden erstens die aerologischen Beobachtungen in Holland und Deutschland für die betreffenden Tage herangezogen und in einer Tabelle vereint; es geht daraus bestimmt hervor, daß eine Zurückbiegung der Schallstrahlen in 160 km Distanz durch Windeinfluß oder Temperatur in diesen Fällen nicht möglich war, wenn auch die sehr verschiedenen meteorologischen Verhältnisse genügen zur Erklärung der großen Unterschiede in der ersten normalen Hörbarkeitszone. Außerdem wird gezeigt, daß normale Windeinflüsse keine kreisförmige Begrenzung erzeugen können.

Weiter wird nachgewiesen, daß meteorologische Einflüsse den äußeren Radius der Zone des Schweigens

nach *von dem Bornes* Theorie nur sehr wenig ändern können.

Sämtliche bis jetzt veröffentlichten Rechnungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre in höheren Luftschichten liefern für diesen Radius Werte zwischen 100 und 116 km, gehen aber auch alle von einem nach neueren Untersuchungen zu hohen Wasserstoffgehalt an der Oberfläche aus. Rechnungen des Verfassers zeigen, daß ein Radius zu 160 km bei einem Gehalt von etwa 0,0001 % H erhalten werden dürfte. Dieser Gehalt stimmt fast genau mit den neuen Bestimmungen nach *Claude* und *Erdmann*. Nebenbei sei erwähnt, daß ein Gehalt an Geocoronium, wie von *Wenger* angenommen, bei diesem Wasserstoffgehalt den Radius wieder ganz herabdrücken würde.

Der Verfasser bemerkt, daß, wenn man die jetzt erreichte quantitative Übereinstimmung als Beweis für die praktische Bedeutung der von *dem Bornes* Theorie betrachtet, die zweite anomale Hörbarkeitszone in jedem Falle weiterer Ausbreitung des Schalles vorhanden sein, wenigstens eine verstärkte Hörbarkeit in 160 km Distanz herauskommen sollte. Die anfangs erwähnten früheren Untersuchungen scheinen dem zu widersprechen. Allerdings sind unter den wenigen genauen Daten über Fortpflanzungszeiten in den älteren Fällen einige Andeutungen vorhanden von Schallwegen, die durch die höchsten Atmosphärenschichten führen.

Weil jedoch die, von meteorologischen Einflüssen in den untersten Atmosphärenschichten festgehaltenen Schallwellen gewöhnlich eine größere Energie aufweisen dürften, und gänzlich unerwartete Schallphänomene, wie von Explosionen und Vulkanausbrüchen verursacht, nur zur Beobachtung und Aufzeichnung gelangen, wenn sie kräftig sind, wird nur eine planmäßige Beobachtung, wie vom holländischen Beobachtungsnetz ausgeführt, diese regelmäßige Zone hervortreten lassen.

Autoreferat.

In einem Vortrag über **Klimaschwankungen und Völkerwanderungen in der alten Welt**, den Prof. Dr. *Brückner* in der letzten Jahresversammlung der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien gehalten hat, wurde auf eine bisher nicht erkannte Ursache der im Laufe der Weltgeschichte periodisch sich wiederholenden Völkerwanderungen hingewiesen. Daß Beziehungen zwischen Klimaschwankungen und Völkerwanderungen bestehen, konnte Prof. *Brückner* zum ersten Male beim Studium der Einwanderungsverhältnisse der Vereinigten Staaten feststellen. Es zeigte sich nämlich, daß die Auswanderung nach Amerika und die Besiedelung der Steppengebiete Amerikas während einer Reihe von feuchten Jahren zunahm, während die Zahl der Auswanderer im Verlaufe einer Reihe von trockenen Jahren zurückging. So wurden um 1880, wo eine Reihe von feuchten Jahren aufeinander folgte, in Amerika weite Gebiete dem Ackerbau zugeführt, die dann um 1900 infolge der minder niederschlagreichen Jahre geringere Ernten lieferten und teilweise von den Ansiedlern wieder verlassen wurden. Andererseits sind Jahre mit zu hoher Feuchtigkeit, welche in den ozeanischen Gebieten West- und Mitteleuropas schlechte Ernten bringen, für Europa Jahre mit hohen Auswanderungsziffern, so daß die Einwanderung nach Nordamerika in feuchten Jahren aus zweifacher Ursache besonders ansteigt. Und in der Tat zeigt sich eine starke Übereinstimmung der Maxima der Niederschläge — 1815, 1850, 1880 waren solche feuchte Jahre mit Mißernten — mit den Maximis der Einwanderung in die Vereinig-

ten Staaten. Wenn sich für die späteren regenreichen Perioden die Abwanderung in Europa nicht mehr so deutlich zeigt, so hat das seinen Grund in der zunehmenden Ausdehnung und Verbesserung der Verkehrsmittel, wodurch die nachteiligen Folgen von Mißernten schneller beseitigt werden konnten und Mangel an Nahrungsmitteln in den betroffenen Gebieten kaum noch auftreten konnte. Es lag nun nahe, zu untersuchen, ob nicht auch die Völkerwanderungen früherer Zeiten in solchen periodischen Veränderungen des Klimas begründet waren, wobei zunächst festgestellt sei, daß die Wanderungen früherer Zeit keine so großen Völkermassen in Bewegung brachten, wie das 19. Jahrhundert, in welchem mehr als 30 Millionen Menschen von der alten Welt in die neue Welt gewandert sind. — Gestützt auf ein reiches Tatsachenmaterial, das die *Deutsche Turfan-Expedition*, *Aurel Stein*, *Sven Hedin*, *Huntington* u. a. in den Randgebieten der zentralasiatischen Wüsten gesammelt haben, vermochte Prof. *Brückner* nachzuweisen, daß in Zentralasien im 3., im 8. und im 12. Jahrhundert Trockenperioden herrschten, wie sich auch aus dem jedesmaligen Tiefstand des Kaspischen Meeres feststellen läßt. Der Mangel an Niederschlag in den Trockenperioden hatte eine unzureichende Vegetation und Mangel an Nahrungsmitteln zur Folge, wodurch die Bevölkerung zur Abwanderung und zur Preisgabe ihrer Längs der Flußläufe in die Wüste vorgeschobenen Ansiedelungen gezwungen wurde. Diese Ansiedelungen können durch die in ihnen gemachten Funde von Papyrusrollen und Münzen und durch ihre im Wüstenklima konservierten Skulpturen zeitlich leicht datiert werden. Die älteste Gruppe dieser verlassenen Siedelungen gehört einer griechisch-buddhistischen Kultur an, die im 3. Jahrhundert n. Chr. unterging; die dann nach Jahren mit größeren Niederschlägen wieder neu erstandenen Kulturstätten waren rein buddhistischen Ursprungs, sie wurden am Ende des 8. Jahrhunderts wieder verlassen; und nachher haben Mohamedaner diese Gegenden besiedelt, aber im 12. Jahrhundert ihre Wohnsitze wieder verlassen müssen. Der Rückgang der Siedelungen im 3. Jahrhundert in Zentralasien fällt nun in den Beginn der großen Völkerwanderungen am Ausgang des Altertums und auch die beiden andern Siedelungsrückgänge fallen mit Wanderungen gegen Westen zusammen, die letzte mit der Mongoleninvasion. Die trockenen Perioden zwangen eben die Bewohner der Steppen Innerasiens, ihre bisherigen Wohnsitze aufzugeben und sich nach klimatisch günstigeren Gebieten, die sich in den mit einem ozeanischen Klima ausgestatteten Teilen Westeuropas fanden, zu wenden und deren Bewohner aus ihren Wohnsitzen zu verdrängen, wodurch die Völkerbewegung im frühesten Mittelalter eingeleitet wurde. Die später im 8. und 12. Jahrhundert aus Innerasien nach dem Westen hervorbrechenden Völkerwellen fanden in Europa bereits festgefügte, kräftige Volksorganisationen vor, die den Ansturm der von Osten kommenden Horden aufzuhalten vermochten und dadurch eine Wiederholung der großen Völkerwanderung verhinderten.

A. F.

Die Dampferwege von Südafrika nach Ostindien. (*Gallé, P. H.*, Kon. Ned. Met. Instituut Nr. 102. Mededeeling in Verhandlingen 20.) In einer insgesamt 24 Seiten und eine Karte umfassenden Abhandlung wird zuerst angegeben, welche meteorologischen und ozeanographischen Faktoren maßgebend sind bei der Lösung der Frage, welchen Weg man einschlagen muß, um die schnellste Reise zu

machen von Durban/Kapstadt nach Poeloe-Bras, der Sundastraße und der Balistraße. Im zweiten und dritten Kapitel werden die Dampferwege zwischen Südafrika und Ostindien eingehend besprochen, während im vierten die Heimreise besprochen wird. Die frühere sogenannte Schnittpunktmethode konnte hier aus Mangel an Dampferreisen nicht benutzt werden; Verfasser hatte sich hauptsächlich auf meteorologische und ozeanographische Mittelwerte zu stützen, welche aus der Zeit der Segelschiffahrt stammten, und konnte nur das spärliche Material heranziehen, das von einigen deutschen und holländischen Dampfern bei der Deutschen Seewarte und dem K. N. Meteorologischen Institut eingegangen war. Im fünften Kapitel werden die tropischen Zyklone im südlichen Indischen Ozean besprochen und gezeigt, daß das sog. zyklonfreie Feld in der Nähe der Kokosinseln, wie es die meteorologischen Handbücher und Segelanweisungen vorstellen, nicht besteht. Im sechsten und letzten Kapitel wird das Manövrieren in den tropischen Wirbeln behandelt. Autoreferat.

In der Lehre von der Entstehung der Salzlagerstätten haben früher die **heißen Salzseen Siebenbürgens** eine wichtige Rolle gespielt. Man beobachtete dort 1,3 m unter der Oberfläche eine Temperatur, welche 50° höher als diejenige der Atmosphäre war. Diese kommt in ähnlicher Weise wie in einem Gewächshaus zustande: Eine dünne Süßwasserschicht überlagert eine gesättigte Kochsalzlösung. Die Sonnenstrahlen erhitzen letztere. Ein Aufstieg der erwärmten Lösung ist aber wegen des hohen spezifischen Gewichts nicht möglich. *M. Rosza* gelang es 1911, die Erscheinung nachzuahmen, indem er in Gefäßen eine starke Kochsalzlösung mit einer oder mehreren Lagen von verdünnteren Lösungen überschichtete. Im Sonnenlicht stieg die Temperatur in der Tiefe um so mehr, je häufiger die Lagen verschiedener Konzentration wechselten. Von *R. E. Liesegang* (*Kolloid-Zeitschr.* 16, S. 13, 1915) ist nun nachgewiesen worden, daß gerade durch die Erwärmung die Ausbildung zahlreicher scharf begrenzter Schichten von verschiedener Konzentration herbeigeführt werden kann. Er beobachtete die Erscheinung zuerst bei der Bereitung einer 20proz. Lösung von Coffein-Natriumsalicylat, später auch bei anorganischen Salzlösungen, Säuren usw. War bei diesen ein allmähliches Konzentrationsgefälle von unten nach oben vorhanden, so wurde dasselbe sprunghaft, d. h. es entstanden bis über 20 scharf begrenzte Schichten von verschiedener Konzentration, wenn die Lösungen im Wasserbad erhitzt wurden. Auch die Temperatur wechselte sprunghaft. Auf dem Boden eines Literkolbens wurden fast 80° beobachtet, während an der Oberfläche noch keine 20° erreicht waren.

Autoreferat.

Bei dem Bekanntsein der zahlreichen lichtempfindlichen anorganischen Verbindungen ist es eigenartig, daß man bisher nicht an einen größeren **Einfluß des Sonnenlichtes auf die geochemischen Vorgänge** gedacht hat. Nur vereinzelte Notizen über das Verderben von Mineralstufen in Sammlungen finden sich. *R. E. Liesegang* (*Chemie d. Erde* 1, S. 49, 1914) untersucht nun, ob die Einführung des Begriffs der Photo-Metamorphose in die Geologie angebracht sei. Er will dabei die zweifellos gewaltige Mitwirkung des Lichtes auf den Kreislauf der Stoffe ausgeschaltet wissen, welche es durch Vermittlung der Pflanzenwelt ausübt. Ebenso sieht er von den Wärmewirkungen ab. Es ergibt sich, daß die photochemischen Vorgänge im festen Erdboden eine so untergeordnete Rolle spielen, daß man sie

außer Betracht lassen kann. Dagegen muß man einige in der Atmosphäre eintretende Reaktionen in die Geochemie einsetzen. Es ist dies der von *Kernbaum*, *Berthelot* u. a. untersuchte Aufbau und Zerfall des Wasserstoffsuperoxyds, die von *Chlapin* festgestellte Photochemie des atmosphärischen Stickstoffs und ähnliches. In den anders zusammengesetzten früheren Atmosphären, welche *Arrhenius* annimmt, kann die Photolyse eine erheblich größere Rolle gespielt haben. Autoreferat.

Während der Gravidität beobachtet man häufig einen starken Kalkverlust des Knochensystems. Es lag nahe, bei dieser **puerperalen Osteomalazie** an verstärkte Säurewirkungen im Organismus zu denken. Aber gegen die früheren Säuretheorien des Kalkabbaus hatte *M. Levy* 1894 ein wichtiges Bedenken geltend gemacht: Läßt man auf ein Gemisch von phosphor- und kohlen-saurem Kalk eine Säure einwirken, so verschwindet von letzterem mehr als von ersterem. Im osteomalazischen und rhachitischen Knochen ist aber das Verhältnis dieser Kalksalze das gleiche wie im normalen Knochen. Seit jener Zeit rechnete die Pathologie nicht mehr mit der Säuretheorie. *R. E. Licsegang* (*Zentralbl. f. Gynäkol.* 39, S. 241, 1915) weist nach, daß dieser Einwand nicht stichhaltig ist. Verteilt man nämlich die Kalksalze in einem gallertigen Medium, so muß eine eindringende Säure das Phosphat in der durchwandernden Strecke ebenso gelöst haben wie das Karbonat. In den hiervon scharf abgegrenzten Teilen, in welchen die Säure noch nicht wirksam war, bleibt natürlich das Verhältnis von Phosphat zu Karbonat das ursprüngliche. Beim Knochen ist ein gleiches gallertiges Medium für die beiden Kalksalze durch das Kollagen bedingt, *K. A. Hasselbalch* und *S. A. Gammeltoft* haben soeben das Vorhandensein einer Azidose während der Gravidität festgestellt. Das bestätigt den Gedanken, daß es sich bei den betreffenden Knochenkrankheiten um Säurewirkungen handelt. Autoreferat.

Die bisher bekannte Zahl der Planetoiden oder kleinen Planeten beträgt gegenwärtig rund 880, eine sehr stattliche Anzahl, wenn man bedenkt, daß der erste Planetoid Ceres zu Beginn des 19. Jahrhunderts aufgefunden worden ist.

Über eine vermutliche Gravitationsverschiebung der Spektrallinien bei Fixsternen berichtet *E. Freundlich* in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4826. Da sich in den Linien des Sonnenspektrums eine schwache Verschiebung nach dem roten Ende in Übereinstimmung

mit der Gravitationstheorie von *Einstein* zu verraten schien, war es geboten, diese Untersuchungen auch auf Fixsterne auszudehnen, die als große Massen zugleich Gravitationsfelder ausreichender Stärke zu erzeugen vermögen. Als Ergebnis einer statistischen Untersuchung teilt *E. Freundlich* mit, daß tatsächlich Anzeichen dafür vorhanden sind, daß Gravitationsverschiebungen von Spektrallinien sich bemerkbar machen. Es bedarf jedoch noch besonderer und erweiterter Untersuchungen gewisser spektroskopischer Doppelsterne, um die theoretisch wahrscheinliche Verschiebung der Spektrallinien nach dem roten Ende infolge von Gravitationswirkungen sicher zu stellen. Diese Untersuchungen sind, wie *E. Freundlich* zutreffend bemerkt, nicht nur physikalisch und erkenntnistheoretisch von großer Bedeutung, sondern sie können eventuell auch rein astronomisch einmal zur Massenbestimmung größerer Sterngruppen mit Erfolg benutzt werden, also unsere Kenntnis von den Fixsternwelten immer mehr vertiefen.

A. M.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Sonne in ihrer Abhängigkeit von der Breite (φ) ist von *J. S. Plaskett* (*Astroph. J.* 42, S. 373, 1915) auf Grund von Messungen an 834 Spektren, die in den Jahren 1910 bis 1913 in Ottawa aufgenommen worden waren, berechnet worden. Die Umfangsgeschwindigkeit v in km/sec und die Winkelgeschwindigkeit ω lassen sich durch die Gleichungen darstellen:

$$v = (2,006 - 0,522 \cdot \sin^2 \varphi) \cdot \cos \varphi$$

und

$$\omega = 14,24 - 3,71 \cdot \sin^2 \varphi$$

Dabei beträgt der durchschnittliche Fehler bei den einzelnen Platten 0,03 km/sec, die Unsicherheit wegen des persönlichen Fehlers 0,01 bis 0,02 km/sec. Außerdem treten Schwankungen der mittleren Geschwindigkeit von etwa 0,04 km/sec auf, die wahrscheinlich auf Gasbewegungen in der umkehrenden Schicht zurückzuführen sind. Dauernde Änderungen der Rotationsdauer konnten indessen im Beobachtungszeitraum nicht festgestellt werden. Ebenso wenig zeigten sich systematische Differenzen für verschiedene Spektrallinien oder Elemente. Die bisherigen Bestimmungen der Geschwindigkeit am Äquator lassen sich in drei Gruppen einteilen: die in Upsala, Edinburgh und Mount Wilson ergaben im Durchschnitt dafür 2,06, die in Alleghany und Ottawa 2,00 und die in Cambridge und Kodaikanal 1,9 km/sec. Die hier auftretenden Differenzen werden der Hauptsache nach auf instrumentelle und Beobachtungsfehler und außerdem auch auf persönliche Messungsfehler zurückgeführt. B.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften.

23. März.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr *Einstein* sprach über einige anschauliche Überlegungen aus dem Gebiete der Relativitätstheorie. Das Uhrenparadoxon der speziellen Relativitätstheorie wird vom Standpunkte der allgemeinen Relativitätstheorie beleuchtet. Ferner wird gezeigt, welchen Einfluß die Erddrehung nach der letzteren Theorie auf das Foucaultsche Pendel hat.

2. Herr *Engler* sprach über Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgsflora, erläutert an der Verbreitung der

Saxifragen. Feststellung der geographischen Verbreitung der Saxifragen mit eingehender Untersuchung ihrer Verwandtschaftsverhältnisse erweist sich fruchtbar für die Vorstellung von der Entwicklung der heutigen Vegetationsdecke. Die Verfolgung der glazialen und postglazialen Wanderungen zeigt, daß die Entwicklung der meisten Artengruppen von eng begrenzten präglazialen Arealen in den eurasiatischen Hochgebirgsketten zwischen 50 und 26° n. Br., anderer von den zu beiden Seiten des nördlichen Stillen Ozeans gelegenen Ländern ausgegangen ist. Andererseits aber existierten von einzelnen Gruppen schon vor dem Höhepunkt der Glazialperiode weit entfernte Areale, welche auf präglaziale Wanderungen zurückgeführt werden müssen.

30. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Brauer las über *Verbreitung der Hyracoiden*. Auf Grund eines Studiums des Schädels der lebenden und fossilen Formen zeigt er, daß seit dem Tertiär eine allmähliche Umbildung derselben stattgefunden hat. Sie hat wahrscheinlich ihre Ursache in einer klimatischen Veränderung Afrikas, nämlich dem Eintreten einer Austrocknungsperiode nach der Pluvialperiode, wodurch der Wald an Ausdehnung verlor, die Steppe gewann und ein Teil der einst nur im Walde lebenden Tiere veranlaßt wurde, zum Leben in der Steppe überzugehen.

2. Herr Schwarzschild übersandte eine Mitteilung: *Zur Quantenhypothese*. (Erscheint später.) Es wird gezeigt, daß mit Hilfe bestimmter kanonischer Va-

riabler eine Einteilung des Phasenraums in einfacher Weise erfolgen kann. Das Verfahren wird angewandt auf zwei Beispiele, die in Beziehung stehen zur Aufspaltung der Spektrallinien durch ein elektrisches Feld und zur Theorie der Bandenspektren.

3. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen haben bewilligt die physikalisch-mathematische Klasse Herrn Privatdozenten Dr. Erich Haarmann in Berlin zur Untersuchung des geologischen Baus von Mitteldeutschland 1000 M. und Herrn Prof. Dr. Hans Scapin in Halle a. S. zu Untersuchungen über die jungpaläozoischen und mesozoischen Ablagerungen im Norden des Riesengebirges 1500 M., die philosophisch-historische Klasse Herrn Prof. Dr. Friedrich Freiherrn von Schrötter in Berlin zur Drucklegung eines Werkes über die Trierer Münzgeschichte vom 16. bis 18. Jahrhundert 550 M.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Nr. 2, 1916.

Bestimmung der wahren Temperatur fester Körper aus dem Schnittpunkt der logarithmischen Isochromaten im sichtbaren Spektrum; von Edward P. Hyde.

Statistische Theorie des Dia-, Para- und Metamagnetismus; von R. Gans.

Das neutrale Atom und das positive Atomion als Träger des Banden- und des Serienspektrums des Wasserstoffs; von J. Stark. Aus dem Auftreten des Kanalstrahlen-Dopplereffektes im H-Serien-, seinem Fehlen im H-Bandenspektrum, aus der thermokinetischen Halbwerte der H-Bandenlinien und aus Resultaten der elektromagnetischen Analyse der Kanalstrahlen folgt, daß der Träger des H-Serienspektrums das positive Atomion, derjenige des H-Bandenspektrums das neutrale Atom ist. Das Fehlen des Dopplereffektes im H-Bandenspektrum läßt sich aus der Kürze der Lebensdauer (10^{-9} sec) des H-Kanalstrahlenteilchens erklären. Die H-Bandenlinien in den Kanalstrahlen werden durch den Stoß der Kanalstrahlen, nicht der sekundären Kathodenstrahlen zur Emission gebracht.

Über eine neue Versuchsanordnung zur Prüfung der menschlichen Hörschärfe für reine Töne beliebiger Höhe; von H. W. Birnbaum. Es wird eine Versuchsanordnung beschrieben, die zur Untersuchung der Hörschärfe von kranken und normalen Ohren dient. Dem Ohre werden durch Platten- und Luftresonanz gereinigte Töne zugeführt, die bis zum Minimum perceptibile des Ohres elektrisch in bekanntem Verhältnis geschwächt werden können. Als Tonquellen dienen Monotelephone, die mit den gedämpften Wechselströmen von Kondensatorentladungen beschickt werden. Das Verhältnis der Schwellenwerte für das kranke und das normale Ohr dient als Maß für die Hörschärfe.

Annalen der Physik; Nr. 3, 1916.

Über Moleküllbildung als Frage des Atombaus; von W. Kossel.

Zur Strahlungstheorie; von Max B. Weinstein. Die Hauptgleichungen, welche zum Wien-Planckschen Verschiebungsgesetz führen, werden rein statistisch abgeleitet. Das Entropieprinzip kommt erst in Frage für die Beziehung zwischen Energie und Temperatur. Zugleich ergibt sich das Plancksche Verteilungsgesetz. Außerdem gibt die Untersuchung auch den Gang der Energie bis zur Ausgleichung zwischen Absorption und Emission. Zuletzt wird bewiesen, daß das Verschiebungsgesetz vom Anfangszustand und von irgendwelchen Zwischenzuständen unabhängig ist, und daß eine quantenweise Absorption nur zulässig ist, wenn sie in die Mitte zwischen zwei Emissionen fällt.

Annalen der Physik; Nr. 4, 1916.

Über die Absorption und Diffusion schneller Kathodenstrahlen (β -Strahlen) in Gasen und Dämpfen; von Einar Friman.

Über die Verwendung eines Spektrophotometers in Verbindung mit dem Jaminschen Refraktometer; von V. Posejpal. Zuerst wird der Schluß gezogen, daß ein Spektrophotometer die Ablesungsgenauigkeit der Interferometer steigern muß im Vergleich zu derjenigen, die durch ein Fernrohr oder ein Spektroskop erreichbar ist. Gegen das letztgenannte Instrument hat das Spektrophotometer noch den wesentlichen Vorzug, die Verwendung der Achromasie zu gestatten. Eine eingehendere experimentelle Untersuchung mit dem Jaminschen Refraktometer hat eine Ablesungsgenauigkeit von wenigstens 0,01 Streifenbreite als sicher zu erreichen ergeben. Der dritte Teil weist nun auf die Arbeitsmethoden bei den Dispersionsmessungen hin, wobei der Verwendung der Achromasie eine neue wesentliche Rolle zugeteilt wird. Zuletzt folgt als erläuterndes Beispiel die Dispersionsbestimmung des mit dem Jaminschen Instrument verbundenen Kompensators.

Nachtrag zu der Arbeit: Bestimmung der Schallgeschwindigkeit und des Verhältnisses der spezifischen Wärme der Gase nach der Methode der Kundtschen Staubfiguren; von G. Schweikert. Durch Zusammenstellung der Ergebnisse aus den neueren Arbeiten über die spezifischen Wärmen der Gase wird eine Ergänzung der Bonner Dissertation (1915) gegeben.

Über die Elektrizitätsleitung in anisotropen Flüssigkeiten. Zweite Mitteilung; von The Sedberg. Es wurde eine Reihe von Messungen über die elektrische Leitfähigkeit anisotroper Lösungen bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Aus diesen Messungen ergab sich, daß der Temperaturkoeffizient der elektrischen Leitfähigkeit im anisotropen Gebiete etwa doppelt so groß ist wie im isotropen Gebiete derselben Lösung. Die elektrische Leitfähigkeit erleidet beim Überschreiten des Klärpunkts im Sinne sinkender Temperatur eine sprunghafte Verkleinerung ihres Wertes um 14 % für Lösungen von Chlorwasserstoffsäure in p-Azoxypheitol und p-Azoxyanisol und 20–23 % für Lösungen von organischen Elektrolyten in denselben Lösungsmitteln.

Bemerkung zu der Abhandlung des Herrn G. Jaffé über das Thema: Zur Theorie der Lichtabsorption in Metallen und Nichtleitern; von Constantin Zakrzewski. In dieser Notiz macht der Verfasser darauf aufmerksam, daß manche in der Arbeit des Herrn Jaffé enthaltene Resultate von ihm früher und auf demselben Wege (Krakauer Anzeiger A, 1911, S. 314) gefunden wurden.

Das Verhältnis der spezifischen Wärmen von Stickstoff; von F. A. Schulze und H. Rathjen.

Röntgenspektroskopische Methoden ohne Spalt; von H. Seemann.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Februar 1916.

Über die Empfindlichkeit zusammengesetzter Wagen mit Berücksichtigung der Durchbiegung der Hebel; von J. Zingler. Verfasser stellt im ersten Teil der Arbeit die Bedingungsgleichungen für das Gleichgewicht der verschiedenen Wagengattungen auf, entwickelt aus diesen im zweiten Teil zunächst unter der Annahme vollkommener Starrheit der Hebel Formeln für die Empfindlichkeit der Wagen und untersucht im dritten den Einfluß der Durchbiegung der Hebel auf die Empfindlichkeit. Er gelangt zu Formeln, mit Hilfe deren man aus Empfindlichkeitsbeobachtungen bei verschiedener Belastung die Durchbiegung der einzelnen Hebel berechnen kann.

Gerät zur Messung der Bewegung gemauerter Talsperren; von F. Kappel. Der Körper einer Talsperrenmauer ist nicht so starr, wie es bei der gewaltigen Steinmasse den Anschein hat. Die Einwirkung von Wasserdruck und Wärmeschwankungen zeigt die Übersicht über die wöchentlichen Beobachtungen an einer größeren Sperrmauer während zweier Jahre und eine besondere Tagesbeobachtungsreihe. Zur Beobachtung dient ein Fernrohrgerät, welches die über den Mauerkörper führende Verbindungslinie zweier festen Landpfeiler herstellt. An einer an einem Maßstab entlang zu bewegenden Zieltafel wird die Lageänderung bestimmter Mauerpunkte gegen diese Gerade abgelesen.

Physikalische Zeitschrift; Heft 4, 1916.

Über die Hochfrequenzspektren (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge; von M. Siegbahn und W. Stenström. Durch diese Untersuchung ist festgestellt worden, daß die K-Reihe in den Hochfrequenzspektren der Elemente Cr—Ge aus 4 Linien besteht. In den früheren Messungen in diesem Gebiete (von H. G. J. Moseley) sind zwei von diesen, α_1 , α_2 , als eine einzige photographiert und gemessen, während die vierte Komponente wegen ihrer kleinen Intensität nicht bemerkt worden ist. Die vorliegenden Messungen zeigen, daß sämtliche vier Linienreihen einer Moseleyschen Beziehung

$$\sqrt{\nu} = a(N - N_0)$$

genügen.

Einsteins Theorie der Gravitation und der allgemeinen Relativität; von M. Born. Die Grundgedanken der Einsteinschen Theorie werden unter Vermeidung mathematischer Entwicklungen dargelegt. Die historische Entwicklung der physikalischen Prinzipien hat dazu geführt, daß ein altes Problem erst nach großen Umwegen in seiner tiefen Bedeutung erkannt und gelöst worden ist. Die Arbeit hat den Zweck, die Großartigkeit der Lösung des Problems durch Einstein auch solchen vor Augen zu führen, denen die Originalarbeiten nicht zugänglich sind.

Zeitschrift für physikalische Chemie; Band 91, Heft 1, 1916.

Über die Kinetik der durch Kohle beschleunigten Oxydation des Phenylthioharnstoffs; von H. Freundlich und Alf. Bjercke.

Die Leitfähigkeit der Säuren in absolutem und wasserhaltigem Alkohol; von Heinrich Goldschmidt.

Über die Dynamik der Kohlensäureabspaltung aus organischen Verbindungen; von Emil Baur und R. Orthner. Gasförmige Salicylsäure dissoziiert bei ca. 200° unvollständig in Phenol und Kohlensäure. Der Stillstand der Reaktion gehorcht dem Massenwirkungs-

gesetze. Trotzdem findet keine Bildung von Salicylsäure aus den Dissoziationsprodukten statt. Dieses Verhalten wird als einseitige Gleichgewichtseinstellung bezeichnet. Auch bei der Dissoziation des Natrium-salicylates und des Ferrioxalates finden sich ähnliche, der chemischen Dynamik sonst fremde Verhältnisse.

Über Adsorption; von Gerhard C. Schmidt und Bernhard Hinteler. Über die Adsorption von Gasen liegt eine große Anzahl von Arbeiten vor, die aber nie bis zur Sättigung, d. h. bis zur Kondensation des Dampfes ausgedehnt worden sind. Diese Lücke füllt die vorliegende Abhandlung aus, in der eine Reihe von Dämpfen untersucht und deren Adsorptionsisothermen festgelegt werden. Aus den Beobachtungen geht hervor, daß die Dämpfe sich ähnlich wie die schwer kondensierbaren Gase verhalten, und ferner, daß sich die sogenannten normalen Stoffe, d. h. solche, die im flüssigen Zustand monomolekular sind, bei der Sättigung anders verhalten als die anomalen, die wahrscheinlich assoziiert sind. Die Untersuchung soll auf eine große Reihe von Dämpfen ausgedehnt werden.

Über eine mathematische Beziehung zwischen Verdampfungstemperaturen und Absorptionskoeffizienten der Gase; von A. Imhof. Die Gase, welche vom Wasser nicht chemisch beeinflusst werden und welche das Henrysche Gesetz erfüllen, werden von diesem Lösungsmittel mit wenigen Ausnahmen in Mengen absorbiert, deren Logarithmen untereinander dieselben Verhältnisse bilden wie die entsprechenden Siedetemperaturen, absolut gemessen, Druck- und Temperaturgleichheit vorausgesetzt. Wird bei 0° C (Gefrierpunkt des Wassers) und 760 mm Hg Druck die Temperatur (—100°) als Temperaturnullpunkt betrachtet, so besteht zwischen Absorptionskoeffizienten a der gekennzeichneten Gase und deren Siedetemperaturen T angenähert die Bezie-

hung: $a = e^{\frac{T}{27.4}}$, worin e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet.

Zeitschrift für physikalische Chemie; Band 91, Heft 2, 1916.

Das absolute System der Farben; von Wilhelm Ostwald. Es wird der Nachweis erbracht, daß von den drei rationellen Variablen der Farbe: Farbton, Reinheit und Grau die beiden letzten einer absoluten, vom Auge und der Beleuchtung unabhängigen Messung zugänglich sind. Für den Farbton wird ein Prinzip (das der inneren Symmetrie) aufgestellt, welches eine willkürfreie Einteilung des Farbkreises gestattet. Hieraus ergibt sich zum ersten Male die Möglichkeit einer exakten Farbenanalyse und einer objektiven, stets unabhängig reproduzierbaren Einteilung und Ordnung aller möglichen und denkbaren Farben. Zur eindeutigen Kennzeichnung einer jeden Farbe genügen also 3 Zahlenangaben, von denen jede mit 2 Stellen reichlich genau ist, so daß mit 6 Ziffern jede Farbe bis zur Unterschiedsschwelle genau definiert werden kann.

Über die Verdampfungsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten; von M. Le Blanc und G. Wuppermann. Von Winkelmann u. a. wurde mit abnehmender Diffusionshöhe eine Abnahme des Diffusionskoeffizienten beobachtet und diese Erscheinung auf die nicht genügend große Bildungsgeschwindigkeit des Dampfes zurückgeführt. Es wird nun gezeigt, daß diese Annahme der Begründung entbehrt, und obige Abnahme des Diffusionskoeffizienten sich einfach durch die zunehmende Temperaturerniedrigung an der verdampfenden Flüssigkeitsoberfläche erklärt. Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist in dem untersuchten Temperaturgebiet (42°—67°), lediglich durch die Geschwindigkeit der Diffusion bedingt.

Über gleichzeitige Adsorption durch zwei Adsorbentien I; von Hilary Lachs. Es ist hier zum ersten Male die Adsorption in Gegenwart zweier Adsorbentien untersucht. Die Versuche bezweckten: erstens, die in

Gegenwart zweier Adsorbenzien sich einstellenden Gleichgewichte zu bestimmen und zweitens die dabei auftretende Frage in Angriff zu nehmen, ob der gegenseitige Einfluß zweier verschieden geladener Adsorbenzien nicht etwa in irgendwelcher Weise die Größe der Adsorption verändere. Es zeigte sich, daß unabhängig von der Natur der Adsorbenzien, falls die verwendeten Lösungen nicht allzu verdünnt sind, eine Art Koexistenzprinzip gilt, d. h. die vom Gemische zweier Adsorbenzien adsorbierte Menge ist der Summe der von ihnen einzeln adsorbierten Mengen gleich. Im allgemeinen ist es für die Größe der Gleichgewichtskonzentration ohne Einfluß, ob die beiden Adsorbenzien zusammen oder in getrennten Räumen sich befinden, nur bei Farbstofflösungen scheinen sich verschiedene Gleichgewichtskonzentrationen einzustellen.

Über den Element- und Atombegriff in Chemie und Radiologie; von Fritz Paneth. Es wird darauf hingewiesen, daß durch Entdeckung der Isotopie eine als Naturgesetz betrachtete Regel, die der ganzen chemischen Systematik als Grundlage gedient hat, ungültig geworden ist. Die nähere Diskussion ergibt, daß man infolgedessen gezwungen ist, entweder den Satz, daß Elemente willkürlich weder erschaffen noch zerstört werden können, aufzugeben, oder Isotope nicht als verschiedene Elemente, sondern als Arten eines und desselben Elementes zu betrachten. Wenn man die Definitionen des Element- und Atombegriffs auf Grund letzterer Festsetzung wählt — was vom Standpunkt des Chemikers als das Richtigere erscheint —, kann man die heutigen Kenntnisse dahin aussprechen, daß es nur 92 Elemente, aber 120 oder mehr verschiedene Atome gibt. Für die Zwecke der Radiologie scheint eine weitere Einteilung der Elemente in „Reinelemente“, die aus lauter gleichartigen Atomen bestehen, und „Mischelemente“, bei denen dies nicht der Fall ist, empfehlenswert; in den Formeln der Chemie ist als Konzentration eines Mischelements stets einfach die Summe der verschiedenen Atomarten dieses Elements einzusetzen.

Die katalytische Oxydation wässriger Hypophosphitlösungen durch Palladium; von A. Sieverts und E. Peters. Wässrige Lösungen von Natriumhypophosphit zersetzen sich in Berührung mit Palladiummohr und bilden Natriumphosphit und Wasserstoff ($\text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{H}_2$). Die Reaktionsgeschwindigkeit wird in gut gerührten Lösungen annähernd wiedergegeben durch die Gleichung $\frac{dc}{dt} = k \cdot c^{0.18}$, in der k eine Konstante und c die Konzentration des Natriumhypophosphits bedeutet. Der Temperaturkoeffizient ist zwischen 15 und 32° der einer chemischen Reaktion. Die Ergebnisse lassen sich durch die Annahme deuten, daß die Reaktionsgeschwindigkeit in jedem Augenblick der Menge des adsorbierten NaH_2PO_2 proportional ist, und daß die Adsorption sich im Verhältnis zur chemischen Reaktion sehr rasch vollzieht. Säuren und Basen, besonders aber Kaliumcyanid, setzen die Reaktionsgeschwindigkeit herab. Mit kolloidem Palladium wurden ähnliche Ergebnisse erhalten.

Über die Änderung der inneren Reibung der Metalle mit der Temperatur; von P. Ludwik. Die Änderung der inneren Reibung von Zinn, Wismut, Kadmium, Blei, Zink, Antimon, Aluminium und Kupfer in einem Temperaturbereiche von 20° bis etwa 600° wird mittels Härteproben (Kegeldruckproben) bestimmt. Die Erwärmung erfolgt in einem eigens hierzu gebauten elektrischen Ofen. Durch Änderung der Belastungsdauer um das Zwanzigfache wird auch der Einfluß der Formänderungsgeschwindigkeit ermittelt.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 2, Februar 1916.

Über die Windverhältnisse in den höheren Luftschichten nach den Pilotballonbeobachtungen in Triest;

von *Eduard Mazelle.* Hier werden vorerst die mittleren Geschwindigkeiten für 500-m-Höhenstufen bis zur Höhe von 14 000 m bestimmt, mit einer speziellen Untersuchung der Änderungen von 100 zu 100 m in der untersten 1000-Meter-Höhenschicht. Es folgt eine eingehende Darstellung über die vorherrschenden Windrichtungen in den verschiedenen Höhen. Eine besondere Bearbeitung finden die Aufstiege an Sommertagen mit ausgesprochener Seebrise. Detaillierte Untersuchungen folgen über die Aufstiege an Tagen der für die Adria charakteristischen Winde Bora und Scirocco. Bei den ersten werden die Pilotierungen getrennt nach 3 Gruppen, und zwar anhaltende Bora-richtung bis zur letzterreichten Höhenschicht und Drehung des Windes in den oberen Schichten nach SE. bzw. nach NW.

Der tägliche Gang des Luftdrucks zu Quito und am Äquator überhaupt; von J. v. Hann. Die Stundennittel der Monate werden durch Sinusreihen dargestellt, welche die ganztägige in die halbtägige Luftdruckschwankung in klarster Weise sondern und zum Ausdruck bringen. Letztere zeigt in der jährlichen Periode der Hauptsache nach zwei Maxima zu den Zeiten der Äquinoccien, daneben eine kleinere ganzjährige Schwankung mit einem Maximum im Januar und einem Minimum im Juli. Diese letztere Periodizität ist von besonderem Interesse, da sie von den irdischen Jahreszeiten unabhängig scheint, auf der ganzen Erde das Maximum im Januar und das Minimum im Juli hat. Der Verfasser sieht darin eine Beziehung zum Perihelstande der Sonne im Januar. Die ganztägige Luftdruckschwankung zeigt sich dagegen abhängig von den Jahreszeiten wie der Witterung und den Lokalverhältnissen, während die halbtägige fast den Charakter einer kosmischen Erscheinung hat, ihre Amplituden nehmen ganz gesetzmäßig vom Äquator gegen die höheren Breiten ab. Für die jährliche Periode derselben am und in der Nähe des Äquators wird die Gleichung aufgestellt: Amplitude in mm, $x = 0$ für Mitte Januar $0,930 + 0,035 \sin (96,5^\circ + x) + 0,065 \sin (291,18^\circ + 2x)$.

Vervielfältigung des Schalles bei Kanonenschüssen; von O. Baschin. Anknüpfend an eine diesbezügliche Beobachtung von A. Wegener betont der Verfasser, daß auch bei völlig normalen meteorologischen Verhältnissen derartige Vervielfältigungen vorkommen können. Das Abfeuern eines Schusses erzeugt drei Schallzentren: 1. den Abschlußknall, 2. die von der Granate mitgerissene Stirnwelle und 3. die Einschlagsdetonation. Geschößgeschwindigkeit, Form der ballistischen Kurve und Standpunkt des Beobachters lassen verschiedene Kombinationen zu, bei denen ein, zwei oder drei getrennte Knalle gehört werden können.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 3, März 1916.

Die Divergenz des Windes in den synoptischen Wetterkarten und ihre Beziehung zu den gleichzeitigen und folgenden Druckänderungen; von A. Defant. In der Abhandlung wird auf die Wichtigkeit der Kenntnis des täglichen Divergenzfeldes des Windes für die Diagnose der täglichen Wetterkarte hingewiesen. Aus der Untersuchung einzelner Fälle folgt, daß einem Fallgebiet der Barometertendenz ein Gebiet negativer Divergenz des Windes entspricht, und umgekehrt einem Steiggebiet ein Gebiet positiver Divergenz. 24 Stunden später entspricht aber einem negativen Divergenzgebiet ein Steiggebiet des Luftdrucks, einem positiven Divergenzfeld ein Fallgebiet. Im Anschluß an diese Beobachtungsstatsachen ergibt die Kontinuitätsgleichung, daß in Steiggebieten des Luftdrucks absteigende, in Fallgebieten aufsteigende Luftströme vorhanden sind.

Das Ausstrahlungs- und Reflexionsvermögen des Wassers; von Wilhelm Schmidt. Im Innern eines genügend ausgedehnten einheitlichen Mittels entspricht die Strahlung der des absolut schwarzen Körpers; der Anteil davon aber, der durch die Begrenzung austritt,

hängt wesentlich von der Reflexion, die er erfährt, ab. Diese ist eng mit dem Brechungsverhältnis verknüpft. Mit diesen Überlegungen und den experimentellen Untersuchungen von *Rubens* und *Ladenburg* über das Reflexionsvermögen bei einem bestimmten Einfallswinkel läßt sich nun für die Wasseroberfläche die Ausstrahlung berechnen. Sie ergibt sich zu 0,80 derjenigen einer ebenen vollkommen schwarzen Oberfläche, wenn man sie durch die Strahlung mißt, welche eine schwarze Kugel, die sich frei darüber befindet, erhält.

Graphische Ermittlung der Grundwerte des solaren Klimas; von E. Alt. Nach der Darlegung einer Methode, den sphärischen Cosinussatz auf graphischem Wege zu lösen, wird gezeigt, wie es leicht gelingt, die täglichen Einstrahlungsmengen als Flächen zu konstruieren, die dann planimetrisch auszuwerten sind. Für den Transmissionskoeffizienten 1 konnte auch die Ableitung einer Rechtecksfläche nachgewiesen werden.

Beobachtung zweier „stillen Entladungen“; von A. Nippoldt. Man hat schon lange den Verdacht gehabt, daß in der Atmosphäre neben dem Blitz in seinen verschiedenen Formen und dem Elmsfeuer noch sogenannte „stille Entladungen“ vorkommen. Wie mit der Zeit der Kugelblitz durch Bekanntgabe zuverlässiger Beobachtungen von Fachleuten als ein wahres Phänomen festgestellt werden konnte, so wird sich auch die Frage nach der Tatsächlichkeit der stillen Entladungen lösen, sobald genügend viel fachmännische Beobachtungen gesammelt sein werden. Die Notiz bringt zwei solcher im Dezember 1915 vom Verfasser gemachten Beobachtungen nebst einem Zusatz von R. Süring über die Wetterlage des Tages.

Zoologischer Anzeiger; Band 46, Heft 12, 1916.

Chunioteuthis. — *Eine neue Cephalopodengattung*; von Georg Grimpe. Unter diesem Titel habe ich im Zool. Anz. eine kurze Diagnose der neuen Cephalopodengattung *Chunioteuthis* (zu Ehren Carl Chuns) gegeben. Der einzig bekannten Spezies — erbeutet vom „Michael-Sars“ im Westatlantik unter 42° 59' NB. und 51° 59' WL. — habe ich den Artnamen „ebersbachii“ beigelegt. Eine systematische Begründung für die Aufstellung des neuen Genus wird binnen kurzem folgen. — Ferner wurde dargelegt, daß an den alten, von Lütken 1882 für die Unterordnungen der achtarmigen Cephalopoden vorgeschlagenen Namen (*LioGLOSSA* und *Trachyglossa*) nicht mehr festgehalten werden kann; vielmehr wurde empfohlen, den Besitz oder das Fehlen der Cirren als wichtigstes Unterscheidungsmerkmal zu betrachten, und ich habe deshalb eine Einteilung der Octopoden in „Cirrata“ und „Incirrata“ in Vorschlag gebracht.

Über einige von der Sibogaexpedition gesammelte Tiefseebrachyuren aus der Familie der Dorippidae und ihre geographische Verbreitung; von J. E. W. Ihle. *Ethusina obysiccola* ist eine in Unterarten gespaltene kosmopolitische Tiefseebrachyure. Dasselbe gilt für *Cymonotus granulatus* und *quadratus*. Die Gattung *Corycodus* ist nicht auf das Karaische Gebiet beschränkt; eine Art fand die Sibogaexpedition im Indischen Archipel.

Die freilebenden Nematoden des Inn, ihre Verbreitung und Systematik; von W. Stefanski. Durch die Untersuchung von 28 Proben, enthaltend 285 Nematoden (12 Gattungen und 28 Spezies) bin ich zu folgenden Resultaten gelangt: 1. Flüsse mit starker Strömung sind weniger zahlreich bevölkert als Seen; 2. die Nematoden sind auf dem rechten Ufer bedeutend häufiger wie auf dem linken, was auf die Strömung des Inn zurückzuführen ist; 3. die Verteilung der Nematoden ist sowohl an Individuenanzahl sowie Anzahl der Spezies anbetreffend, sehr unregelmäßig. Dies trifft

auch dann zu, wenn die Orte, wo die Proben genommen wurden, sehr nahe, ja oft nur in ½ m Entfernung voneinander liegen; 4. die quantitative Menge der Nematoden ist von der Strömung abhängig, und die Beschaffenheit des Flußbodens hat einen großen Einfluß auf die Verbreitung der Arten; 5. neubeschriebene Spezies: *Chromadora tyroliensis* n. sp., *Rhabdit macrospiculatus* n. sp., *Aphaleuchus steuri* n. sp., *Criconama Leidari* n. sp.

Zoologischer Anzeiger; Bd. 46, Heft 13, 1916.

Die freilebenden Nematoden des Inn, ihre Verbreitung und Systematik; von W. Stefanski (Fortsetzung).

Eigentümliche Fischcestoden; von O. Fuhrmann. Während sonst bei allen Taenien die Geschlechtsdrüsen im Markparenchym liegen und nur bei *Bothriocephaliden* die Dotterstöcke an die Peripherie des Körpers gewandert sind, finden wir bei *Goezeella* nov. gen. sämtliche Geschlechtsdrüsen an der Peripherie liegend. Dorsal liegen der Keimstock und die Hoden, ventral der Uterus und die Dotterstöcke. Interessant ist nun, daß V. eine Zwischenform gefunden (*Rudolphiella* nov. gen.), welche wenigstens einen Teil der Geschlechtsdrüsen, und zwar Keimstock und Uterus, im Markparenchym zeigt, ersterer scheint allerdings im Begriff zu sein, ins Rindenparenchym auszuwandern.

Zur Kenntnis des ♀ von Liobunum hassiae Ad. Müll.; von Adolf Müller.

Archiv für Protistenkunde; Band 36, Heft 3, 1916.

Protozoenstudien. II; von Karl Bělár. In vorliegender Arbeit wird zunächst der Bau und die Kernteilung von *Monocercomonas orthopterorum*, die früher als *Trichomonade* angesehen wurde, beschrieben, wobei sich eine weitgehende Übereinstimmung der Kernteilung mit der der *Trichomonaden* herausstellte. Im zweiten Teil konnte das Vorkommen eines Generationswechsels bei *Trypanoplasmen* (*Tr. heliciis*) nachgewiesen werden (bisher nur bei *Tr. borrelli*, durch Kysse-lytz beschrieben); auch erfuhr die Kernteilung eine genauere Darstellung als bisher. Am Schlusse wird die Kernteilung von *Chilomonas paramaecium* einer eingehenden Analyse unterzogen, eine Teilung, bei der die Scheidung in azidophilen Außenkern und basophilos Karyosom (die auch bei den zwei anderen Formen vorkommt) stets gewahrt bleibt. Bei allen drei Flagellaten gelang der Nachweis von Centriolen im Karyosom.

Eine neue kieselchalige Protophytengattung aus der Adria; von J. Schiller. Die mit Hilfe der Zentrifuge erbeutete neue Protophytengattung *Aurosphaera* besitzt eine Kieselchale, die glashell und mit dünnen Stacheln bewehrt ist, die bei der einen Art *A. ovalis* einem kegelförmigen Sockel, bei *A. echinata* einer vierseitigen Pyramide aufsitzen. Ihre pflanzliche Natur erhellet aus dem Vorhandensein von zwei oder drei schwefel- bis goldgelben Chromatophoren. Die Kieselmembran von *A. echinata* zeigt große runde Poren. Geißeln oder Pseudopodien wurden nicht beobachtet. Die Vermehrung dieser Organismen konnte bislang nicht festgestellt werden; sie treten so spärlich auf, daß pro Liter nur 30 bis 50 Individuen festgestellt wurden. Es ist dies neben *Meringosphaera* die zweite nicht zu den Diatomeen gehörige Algengattung mit Kieselchale.

Orcheocystis lacertae, nuovo Telosporidio (Aggregatorio?) parassita del testicolo di Lacerta; fasi schizogoniche; nuclei polienergidici; duplicata cromatica nucleare; von Giulio Trinci.

Untersuchungen über die Rotatorienparasiten; von St. Konsuloff.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 17.

28. April 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Zur ältesten und zur neuesten Kristallographie.

Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Rinne, Leipzig.*
S. 221.

Ueber die Regeneration durchschnittener Nerven.

Von *Prof. Dr. Ludwig Edinger, Frankfurt a. M.*
S. 226.

Zoologische Mitteilungen:

Gelbrand. Willkürliche Aenderung des Geschlechtes bei Rädertieren. Bildung von Gewohnheiten. Kreuzspinne. Süßwassermuscheln mit Fett zu füttern. S. 230—232.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

1789 und 1914

Die symbolischen Jahre in der Geschichte des politischen Geistes

Von

Dr. Johann Plenge

ord. Professor der Staatswissenschaften an der Universität Münster i. W.

Preis M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Die chirurgischen Indikationen in der Nervenheilkunde

Ein kurzer Wegweiser für Nervenärzte und Chirurgen

Von

Dr. Siegmund Auerbach

Vorstand der Poliklinik für Nervenkrankte in Frankfurt a. M.

Mit 20 Textabbildungen

Preis M. 6.40; in Leinwand gebunden M. 7.—

Vor kurzem erschien:

Zur Klinik und Anatomie der Nervenschussverletzungen

Von

Prof. Dr. W. Spielmeyer

München

Mit 18 Textfiguren und 3 mehrfarbigen Tafeln

(Sonderabdruck aus „Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie“ Originalien, Band XXIX, Heft 5.)

Preis M. 3.60

Vor kurzem erschien:

Topographische Anatomie dringlicher Operationen

Von

J. Tandler

o. ö. Professor der Anatomie an der Universität Wien

Mit 56 zum großen Teil farbigen Figuren.

In Leinwand gebunden Preis M. 7.60

Demnächst erscheint:

Die willkürlich bewegbare künstliche Hand

Eine Anleitung für Chirurgen und Techniker

von

F. Sauerbruch

ordentl. Professor der Chirurgie

Direktor der chirurgischen Universitäts-Klinik Zürich, s. Zt. beratender Chirurg des XV. Armeekorps

Mit anatomischen Beiträgen von

G. Ruge und W. Felix

Professoren am anatomischen Universitäts-Institut Zürich

und unter Mitwirkung von

A. Stadler

Oberarzt d. L., Chefarzt des Vereinslazarets Singen

Mit 104 Textfiguren

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

28. April 1916.

Heft 17.

Zur ältesten und zur neuesten Kristallographie

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Rinne, Leipzig.

1.

Réné Just Haüy¹⁾ größtes Verdienst um die Wissenschaft der Kristallographie, deren Begründer er ist, liegt im Ergebnis seines systematisch durchgeführten Bemühens, die ganze große Mannigfaltigkeit in der äußeren Erscheinung der Kristallwelt zu erklären auf Grund der Annahme ihres regelmäßigen Baues aus kleinsten Teilen, die er integrierende Moleküle nannte. Nehmen wir als Beispiel eins der wichtigsten Minerale, den Kalkspat, der da bald als sechsseitige Tafel, bald als hexagonale Säule, als Rhomboeder, Skalenoeder oder auch in wechsellöcheriger Vereinigung solcher und anderer Formen erscheint, so lassen

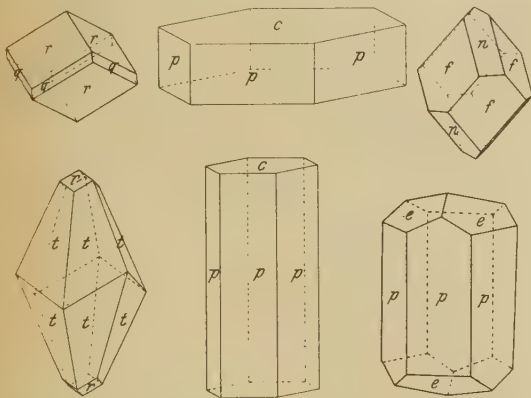


Fig. 1. Formenmannigfaltigkeit des Kalkspats.

sich alle diese Verschiedenheiten der Gestalt nach Haüy auf eine Urform zurückführen und aus ihr entwickeln, nämlich auffassen als die gesetzmäßig wechselnde Vereinigung unzähliger parallel gestellter Rhomboeder von der Form, wie sie in der rhomboedrischen Spaltgestalt des Minerals gegeben ist.

Durch gewisse regelmäßige Zahlverringerung der Bausteine in den aufeinander folgenden Ebenen bieten solche Aggregate je nach der besonderen Art der „Dekreszenz“ das wechselnde Bild der äußeren Erscheinung eines Minerals dar.

Wie es die Fig. 3 im Sinne Haüys zeigt, sind die abgeleiteten ebenen Begrenzungsflächen der Kristalle Scheingebilde; lediglich die ungemein kleinstufige Art der im molekularen Sinne vor-

liegenden Treppen ist es, die den Anschein für das Auge erweckt, es lägen hier einheitliche glatte Formen vor.

Natürlich steht die Flächenornamentierung des Kristallgebäudes in unmittelbarem Zusammenhange mit der Gestalt der primitiven Bauteilchen und der Art ihrer Dekreszenz, und die Erfahrung zeigt, daß die immerhin sehr vielen Möglichkeiten im Rahmen dieser Auffassung im allgemeinen auf besonders einfache Flächenlagen beschränkt sind. Bezieht man die Begrenzungsebenen eines Kristalls auf ein Achsenkreuz, wie es sich durch die Zusammenfügung dreier Kanten, beim Steinsalz etwa der des Würfels, ergibt, so drückt sich das im „Gesetz der einfachen rationalen Achsenschnitte“ der an einem Kristall vorkommenden Flächen aus.

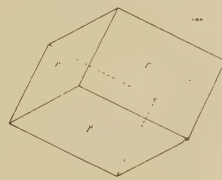


Fig. 2. Spaltform eines jeden Kalkspatkristalls.

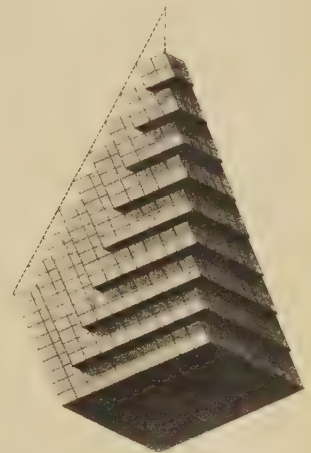


Fig. 3. Dekreszenzbau eines Kalkspatkristalls.

Wenn nun auch im Laufe der Zeit die Annahme Haüys über den molekularen Aufbau der Kristalle aus aneinanderschließenden Bausteinen sich in ihrer ganzen Art nicht halten lassen und der Vorstellung schwebender, durch Zwischenräume getrennter Teilchen, also der Auffassung einer quantenweisen Anordnung der Materie, hat Platz machen müssen, schon um die Zusammenrückbarkeit der kristallinen Stoffe zu veranschaulichen, so hat das doch den eigentlichen Kern der Ideen Haüys nicht berührt. Setzt man an Stelle seiner geschlossen aneinander gefügten Bausteine ihre Schwerpunkte, so steht das moderne Bild eines „Bravais'schen Raumgitterbaues“ der kristallinen Materie in seinen Grundzügen unmittelbar vor uns, ein Mikrokosmos, dessen Teile sich, nach der Anschauung Beckenkamps,

¹⁾ 1743—1822.

durch Interferenz gegenseitiger Kräftewirkungen in gesetzmäßige Stellungen zueinander bannen. Die Kristallflächen sind Ebenen durch Punkte des regelmäßigen Systems; ihre einfachsten Lagen mit Schnitten auf den Achsen wie 1:1, 1:2 und dergleichen haben die größeren Netzdichten und sind daher die von vornherein wahrscheinlichsten Formen der Kristallornamentik im Sinne des Häüyschen kristallographischen Grundgesetzes der einfachen, rationalen Flächenanlage.

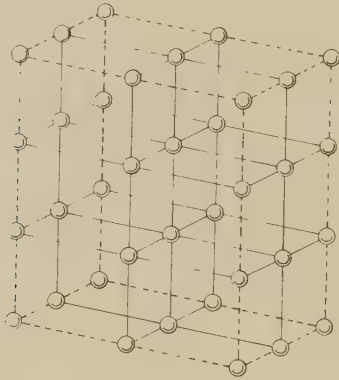


Fig. 4. Beispiel eines einfachen Raumgitters.

Der weitere scharfsinnige Ausbau dieser grundlegenden Vorstellungen *Bravais'* führte ihn zur Gliederung der in den Grenzen des kristallographischen Fundamentalgesetzes bestehenden Raumgittermöglichkeiten in 7 Systeme oder, wie man sie jetzt wohl nennt, Syngonien; sie werden durch 14 Raumgittertypen verkörpert. Zwar geht dies zahlenmäßig nicht konform mit der Mannigfaltigkeit der 32 Kristallklassen, die von *Hessel* als geometrische Folgerung aus dem Häüyschen kristallographischen Gesetz abgeleitet wurden. *Bravais* wurde aber der feineren Differenzierung dieser 7 Syngonien in ihre durch Symmetrieunterschiede gekennzeichneten 32 Unterabteilungen dadurch gerecht, daß er den Punkten der Raumgitter selber eine bestimmte Symmetrie zuschrieb; stimmt sie mit der des Gitters überein, so herrscht die des letzteren für das Ganze, ist sie niedriger, so wird die Symmetrie des Gitterbaues entsprechend herabgestimmt.



Fig. 5. Lage von Kristallflächen als Ebenen durch Punkte eines Raumgitters.

Es läßt sich nicht verkennen, daß diese Anschauung in gewissem Sinne als ein Steckenbleiben auf halbem Wege vor dem Ziele gedeutet werden kann; es blieb die Aufgabe ungelöst, die Erscheinungswelt der kristallinen Materie ledig-

lich durch die Geometrie der Anordnung kleinster Teile zu erklären.

Ein Fortschreiten und schließliches glückliches Erreichen dieses Zieles, dem insbesondere *Sohncke* schon nahe kam, war es, als *Schönflies*, die Raumgittertypen von *Bravais* als Uranordnungen benutzend, alle auf dem Boden des kristallographischen Grundgesetzes möglichen Raumfiguren restlos mathematisch entwickelte. Sie lassen sich in Form ineinander gestellter Raumgitter, sog. regelmäßiger Punktsysteme, veranschaulichen.

Die Schönfliesschen Darlegungen ergaben nicht weniger als 230 Kristallraumfiguren, die natürlich durch die Veränderlichkeit ihrer absoluten Masse noch allen Spielraum lassen für spezielle Eigenarten der kristallinen Stoffe.

Dieser Gegensatz zwischen nur 32 Symmetriemöglichkeiten in der äußeren Erscheinung der Kristalle und 230 typischen Raumfiguren der Partikelanordnung beruht wesentlich auf dem Umstande, daß die Symmetrieelemente im Feinbau gegenüber denen, welche sich im Groben, beim sichtbaren Kristall, geltend machen, eine Erweiterung erfahren. Die Molekulargeometrie ist mannigfaltiger als die Ornamentik des ganzen Kristalls. Es verlohnt, hierbei ein wenig zu verweilen.

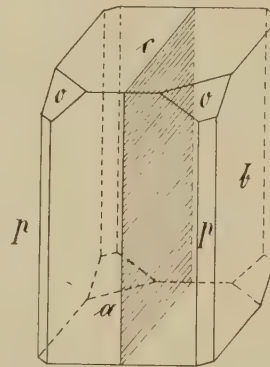


Fig. 6. Kristall mit eingezeichneter Symmetrieebene.

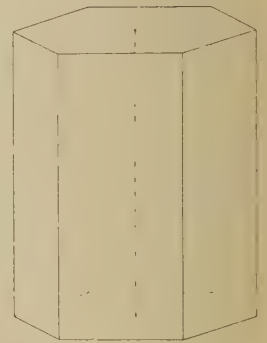


Fig. 7. Kristall mit eingezeichneter Symmetrieachse.

Die Bauform eines Kristalls, wie er sich dem Auge als Einzelwesen darstellt, wird in ihrer Ornamentik beherrscht lediglich durch die Begriffe der Symmetrieebene, der Symmetrieachse und des Symmetriezentrums in dem Sinne, daß eine etwa vorhandene Symmetrieebene den betreffenden Körper in Hälften wie Gegenstand und Spiegelbild teilt, eine Symmetrieachse eine Deckbewegungsachse ist, deren Anwendung den Kristall nach einer bestimmten Drehung um $360/\alpha^\circ$ gegenüber einem Beschauer aussehen läßt wie in der ersten Stellung, und daß ein etwa vorhandenes Symmetriezentrum es gestattet, Linien durch den Kristallmittelpunkt zu ziehen, die an der Kristalloberfläche Gleichwertiges treffen.

Im Raumgitterbau kommen zu diesen Symmetrieelementen noch zwei Abarten hinzu: Gleit-

symmetrieebenen und Schraubungssymmetriachsen. Erstere kennzeichnen eine gesetzmäßige Anordnung der Partikel, wie man sie erhält, wenn man einem Punkte nicht unmittelbar sein Spiegelbild gegenüberstellt, sondern dies vor der Festlegung erst noch in bestimmter Richtung parallel zur spiegelnden Ebene um ein festgesetztes Maß verschoben denkt. Eine Schraubungssymmetriachse schließlich wirkt in dem Sinne einer gesetzmäßigen Anordnung, wie sie sich zeigt, wenn man einen Punkt in regelmäßiger Periode ein Winkelmaß $360/\alpha^\circ$ um eine Achse laufen, aber zugleich in Richtung dieser Achse eine bestimmte Verschiebung machen läßt.

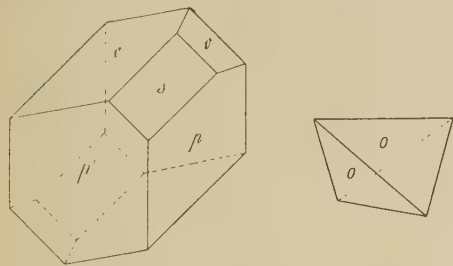


Fig. 8. Kristall mit Symmetriezentrum, Fig. 9. Kristall ohne ein solches.

Ersichtlich sind außer den gewöhnlichen Symmetrieebenen und Deckachsen im Raumgitterbau Symmetrieelemente mit im Spiel, deren Wirksamkeit Parallelverschiebungen (wie man sagt Translationen) einschließt. Die Bravais'schen Raumgitter sind im Sinne der Schönflies'schen Darlegungen die in Betracht kommenden Ausgangsgruppen solcher Translationen.

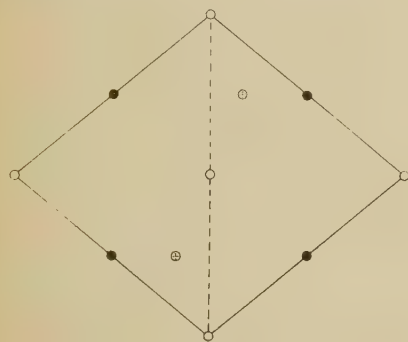


Fig. 10. Schema einer Gleitsymmetrieebene.



Fig. 11. Schema einer Schraubungsachse.

Natürlich können sich Gleitsymmetrieebenen und Schraubungsachsen am Kristall als Ganzem makroskopisch nicht geltend machen; sie sind Elemente der Kristallsymmetrie im kleindimensionalen Sinne ohne Effekt in der für das Auge bemerklichen Welt, in deren grobem Maßstabe solche submikroskopischen Umstände nicht erkannt werden können. Die im Raumgitterbau wirksamen Gleitsymmetrieebenen und Schraubungsachsen dokumentieren sich am Kristall als einfache Symmetrieebenen und gewöhnliche Deckachsen. Aus dem Grunde verringert sich die

Symmetrie der Partikelwelt mit ihren 230 Raumfiguren in der Praxis der kristallographischen Erscheinungen auf 32 Gruppen.

Bei allen diesen Überlegungen ist nichts ausgesagt über das geometrische Wesen der „Partikel“ selbst, welche die Anordnung in Raumfiguren eingehen. Ob es Molekülkomplexe, Moleküle, Atome oder andere Einheiten im geometrischen Sinne sind, spielt für die Entwicklung der möglichen geometrischen Aggregate nicht die Rolle eines bedingenden Momentes. Es stand ja auch kein Mittel zur Verfügung, eine genaue Kenntnis von diesen geometrischen Einheiten zu gewinnen. So war es eine divinatorische Eingebung, als *P. v. Groth* die Idee entwickelte, jede Atomart einer Verbindung bilde für sich ein Raumgitter; ineinandergestellte Atomraumgitter seien es, die einen Kristall aufbauen; nur wo es sich um chemisch elementare Stoffe handle, kann nach ihm dem Kristall ein einziges Raumgitter zugrunde liegen.

Eine überraschende von *P. v. Groth* gezogene einfache Schlußfolgerung war das bedeutsame Ergebnis dieser Vorstellung: der Zusammenhang der Atome einer Verbindung im Sinne der Verknüpfung eines bestimmten Atoms mit einem bestimmten anderen zu einem chemischen Molekül habe im Kristall aufgehört. Moleküle, wie sie im gasigen oder flüssigen Zustande der Dinge vorzusetzen sind, gibt es nach *P. v. Groth* in kristalliner Materie nicht.

2.

Der Überblick all der Bestrebungen, die Geheimnisse des feinsten Baues kristalliner Materie zu enthüllen, zeigt ein für die Methode naturwissenschaftlicher Forschung kennzeichnendes Bild: Erfahrung und Experiment liefern die Grundlage für theoretische Erwägungen, denen die mathematische Methode wissenschaftliche Strenge verleiht. In dem Sinne erwuchs aus den naturkundlichen Betrachtungen *Haüy's* schon bei ihm selbst die Vorstellung vom submikroskopischen regelmäßigen Bau der kristallinen Welt. Ohne den Kernpunkt dieser Auffassung zu gefährden, wandelte und entwickelte sich die Theorie der Kristallstruktur, bis sie, wie erörtert, in ihrem allgemeinen Wesen durch die mathematische Formulierung im Sinne von *Schönflies* abgeschlossen erschien.

Ein neuer, weiterführender Impuls auf diesem Gebiete der Naturforschung mußte wiederum experimenteller Art sein. Er ist in ungeahnter Stärke erfolgt durch den in genialer Einfachheit erdachten, durch *Friedrich* und *Knipping* ausgeführten Versuch *M. v. Laue's*, die amikroskopische Welt der Kristallpartikel zur Bekundung ihres Wesens durch ein Mittel anzuregen, das ihrer Feinheit angepaßt ist. Eine Verschärfung des Gesichtssinnes durch äußerste Vervollkommnung des Mikroskops ist trotz der Zartheit der Lichtimpulse als Hilfsmittel hierzu nicht

geeignet; mit seinen Wellen der Größenordnung $\lambda = 0,0005$ mm erscheint das Licht viel zu ungeschlachtet, um Partikel mit Abständen von etwa $0,000\,000\,1$ mm (wie man sie bei den Atomen voraussetzt) zur Bekundung der Einzelteilchen anzuregen. Mit Röntgenstrahlen indes, so schloß *M. v. Laue*, müßte man solche Feinheiten herausfühlen können; für sie ist die Aggregierung der Atome kein Kontinuum mehr, wie es für das gewöhnliche Licht zutrifft; konnte man den Röntgenimpulsen doch eine Größenordnung noch etwas geringer als von der Art der Atomabstände zuschreiben.

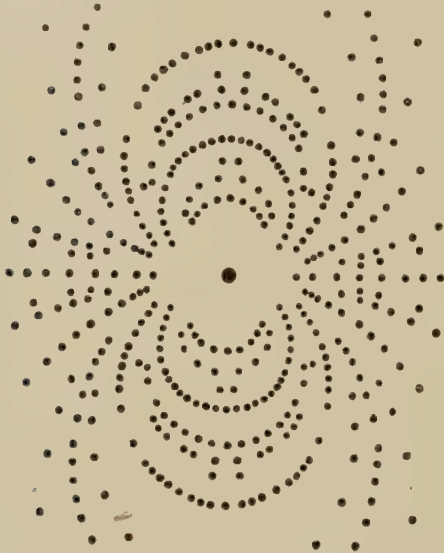


Fig. 12. Beispiel eines Kristallröntgenogramms (Laue-Diagramms), aufgenommen an Anhydrit. Die verschiedene Intensität der abgelenkten Strahlen ist nicht gekennzeichnet.

Die Versuche bestätigten in glänzendster Art die Richtigkeit dieses Gedankenganges: auf ein feines Bündel Röntgenlicht wirkt eine Kristallplatte in der nämlichen Art, wie ein zartes Gitter in bekannter Weise das gewöhnliche Licht beeinflußt; es kommt beim Eindringen des Röntgenlichtes in das Raumgitter des Kristalls eine spektrale Zerlegung zur Geltung. Die abgelenkten Strahlen können auf einer photographischen Platte aufgefangen und nach deren Entwicklung sichtbar gemacht werden.

Nach zwei Seiten war der Erfolg der Laue-Friedrich-Knippingschen Experimente von größter Tragweite: die Natur der Röntgenstrahlen als Licht sehr kleiner Wellenlänge war sichergestellt und andererseits der anschaulichste Beweis dafür erbracht, daß die kristalline Materie in der Tat einen regelmäßig gitterigen Bau besitzt.

*M. v. Laue*s theoretischer Scharfsinn fand ohne weiteres auch die Mittel zur mathematischen Behandlung des Experiments, das nach ihm in der Form zu deuten ist, daß jedes der vom Röntgenlicht getroffenen Teilchen zur Ausbreitung von

Kugelwellen um sich herum angeregt wird, die durch Interferenz Maxima nach gewissen Richtungen in Form von Sekundärstrahlen jeweils bestimmter Wellenlänge liefern.

Noch anschaulicher ist wohl die formale Auffassung der in Rede stehenden Vorgänge durch *W. H.* und *W. L. Bragg* sowie *G. Wulff*; sie erschlossen aus dem Laueeffekt, daß die Sekundärstrahlen sich als Reflexe des in den Kristall dringenden Primärstrahls an Strukturebenen kennzeichnen lassen. Ist in Fig. 13/14 das primäre Bündel Röntgenstrahlen durch S_1 gegeben und s_1 sein Einstich auf einer senkrecht zu ihm gestellten photographischen Platte PP , sowie α der Neigungswinkel („Glanzwinkel“) zwischen S_1 und einer Fläche K_z (die senkrecht zur Zeichenebene gedacht sei), so erscheint S_1 an K_z nach s_2 in Form des Sekundärstrahls S_2 reflektiert. Das gleiche

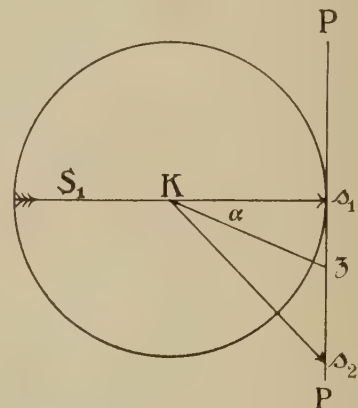


Fig. 13. Schema der Reflexion eines Primärstrahls S_1 an einer Strukturfläche K_z eines Kristalls K nach der Richtung Ks_2 . Einstich von S_1 auf der photographischen Platte PP in s_1 , des Sekundärstrahls in s_2 ; α der Glanzwinkel der Reflexion.

vollzieht sich an sonstigen nicht allzu schräg zu S_1 verlaufenden Strukturebenen des Kristalls. Die Gesamtheit der s_2 -Einstiche auf der photographischen Platte liefert das Muster des Laue-Diagramms. Seine physikalische Natur im einzelnen zu schildern, erübrigt sich im Hinblick auf die Erörterungen von *A. Sommerfeld*, die im Heft 1 und 2 (1916) dieser Wochenschrift erschienen sind. Es seien hier insbesondere einige kristallographisch wichtige Momente herausgehoben.

Da interessiert vor allem die Frage nach dem allgemeinen kristallographischen Aussehen der Röntgenogramme. Ist die photographische Platte, wie üblich, senkrecht zum Primärstrahl gestellt, so läßt sich eine Vorstellung über die zu jedem Sekundärstrahl gehörige Fläche leicht gewinnen in der Erwägung, daß sie, senkrecht zur Einfallsebene S_1S_2 gelegen, den Winkel zwischen Primärstrahl und entsprechendem Sekundärstrahl hälftet. Weiterhin heben sich Flächenserien einer *Zone*, d. h. solcher Ebenen, welche eine Richtung gemeinsam haben, im Diagramm durch

die Aneinanderreihung von Punkten auf charakteristischen Zonenkurven heraus, wie sie in vielen Lauebildern, so auch in Fig. 12, auffällig erscheinen. Dieser kristallographisch sehr bedeutende Umstand erklärt sich leicht an Hand der Fig. 14. Eine Fläche K_z senkrecht zur Zeichen-

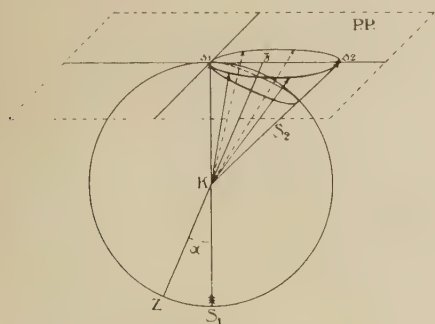


Fig. 14. Reflexionen in Form eines Sekundärstrahlkegels, der auf einer photographischen Platte aufgefangen wird.

ebene der Skizze liefert als Sekundärstrahlkegelschicht s_2 ; würde man sie um Kz als Zonenlinie drehen, so würde S_2 natürlich um Kz als Achse herumwandern und einen Kegelmantel beschreiben. Eine um den Kristall K gelegte Hohlkugel würde diesen Kegel der Sekundärstrahlen einer Zone in



Fig. 15 a und 15 b. Röntgenogramme von Anhydrit bei einer Stellung der photographischen Platte schräg bzw. parallel zum Primärstrahl.

einem Kreise durchschneiden; die ebene photographische Platte PP fängt ihn in Form eines anderen Kegelschnittes, im allgemeinen einer Ellipse, auf. So sind solche Punktreihen wie in Fig. 12 als Zonenkurven zu deuten; sie gehen alle durch s_1 , mag die Zonenachse irgendwie liegen; ein einfaches Kennzeichen für den Zusammenhang der Flächen eines Kristalls. Wie Fig. 12 besonders deutlich zeigt, umfassen die Ellipsen einander, entsprechend der verschiedenen Neigung der Zonenachsen; bei weitem Ausgreifen schließen die Bogen im Bilde nicht mehr zusammen, und weiterhin gehen sie durch den Mittelfall einer Parabel zu Hyperbeln und schließlich in gerade Linien über.

Dreht man die auffangende photographische

Platte gegen das festliegende System des Primärbündels und der Sekundärstrahlen, so macht sich das durch Umformung der Kegelschnitte geltend, wie das die Fig. 15 a und b vorführen mögen, unter denen 15 b erläutert, wie sich ein Photogramm gestalten kann, das auf einer Platte parallel zum Primärstrahl aufgenommen wird.

Dreht man die Kristallplatte gegen den Primärstrahl um einen beliebigen Winkel, so stellen sich ganz ähnliche Deformationen des Lauegramms ein, ein Umstand von besonderem Interesse, insofern er einen Hinweis gibt auf die Art des Lichtes, das der Antikathode der Röntgenlampe entströmt. Wäre es monochromatisch, so könnte sich nur in ganz bestimmten Lagen der Kristallplatte zum Primärstrahl ein Laueeffekt geltend machen. Er wird nämlich bedingt durch die Erfüllung der Gleichung

$$n\lambda = 2d \sin \alpha,$$

wo n eine ganze Zahl, λ die Wellenlänge, $2d$ den doppelten Schichtabstand der in parallelen Scharen im Kristall verlaufenden reflektierenden Strukturebenen bedeutet und α den Glanzwinkel. Ersichtlich gehört danach zur Erfüllung der Gleichung zu jedem λ eine ganz bestimmte Stellung des Kristalls gegen den Primärstrahl. Wenn nun trotz dieser strengen Forderung bei jeder belie-

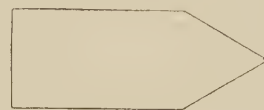


Fig. 16 a. Schema eines Kristalls ohne Symmetriezentrum.



Fig. 16 b. Verlauf der entsprechenden reflektierenden Kristallflächen im Innern des Kristalls.

bigen Stellung der Kristallplatte sich ein Lauegramm ergibt, so kann dies nur darin seinen Grund haben, daß für alle Winkel α ein passendes λ im Primärstrahl vorhanden ist, mit anderen Worten: das Röntgenlicht ist „weiß“, aus sehr vielen Wellenbewegungen zusammengesetzt.

So kommt denn ein reiches Muster im Lauegramm zustande, eine gute Unterlage zur Erforschung der Symmetrie, welche sich in den Reflexbildern bekundet. Für die kristallographisch bedeutsame Frage, welche der 32 Symmetrieklassen mit Hilfe der Lauegramme erkannt werden können, ist das von Wichtigkeit. Da stellt sich denn heraus, daß die Untersuchung in dieser Hinsicht einer anderen auf dasselbe Ziel der Symmetrieerforschung gerichteten Methode, dem

Ätzverfahren, unterlegen ist. Die Figürchen, welche erfahrungsgemäß beim chemischen Angriff eines Kristalls oder bei beginnender einfacher Lösung auf seiner Oberfläche entstehen, erläutern im allgemeinen deutlich die Symmetrie einer jeden der 32 Kristallklassen. Das Lauediagramm hingegen gestattet erfahrungsmäßig nur eine Einteilung der kristallographischen Symmetrie in 11 Gruppen. In den Fällen nämlich, wo der Kristallgestalt ein Symmetriezentrum fehlt, zeigt es ein Muster in der Form, als sei dies Symmetrielement dennoch vorhanden.

Man wird sich das unter der oben erörterten Vorstellung zurechtlegen können, daß die Sekundärstrahlen-Reflexe des Primärstrahls an Strukturebenen vorstellen, die den Kristall durchziehen. Wenn nun auch in der äußeren Begrenzung eines Kristalls, wie z. B. in Fig. 16 a, der Mangel eines Symmetriezentrums sich deutlich geltend macht, so kann sich das bei einer Spiegelung an dem Satz paralleler innerer Ebenen, wie Fig. 16 b zeigt, nicht durch Ausfall eines der beiden Reflexe bekunden. Eine theoretisch mögliche Intensitätsverschiedenheit dieser Spiegelungen wird in den Bildern nicht beobachtet.

(Schluß folgt.)

Über die Regeneration durchschnittener Nerven.

Von Prof. Dr. Ludwig Edinger, Frankfurt a. M.

Die Ärzte haben es eben so überaus häufig mit durchschossenen oder sonstwie abgetrennten Nerven zu tun, daß ein guter Teil ihrer Arbeit augenblicklich dahin geht, die Bedingungen zu ermitteln, unter denen eine neue Vereinigung möglich ist. Nun ist über die Nervenregeneration seit bald einem Jahrhundert so vielerlei gearbeitet und es haben sich so oft ganz divergente Auffassungen über ihr Wesen gegenübergestellt, daß es jetzt, wo wir durch Verbesserung der experimentellen und besonders der mikroskopischen Technik vielfach klarer sehen, lohnt, zu untersuchen, wie man sich heute diese Dinge vorstellen darf.

Getrennte Gewebe wachsen meist glatt wieder zusammen. Diese Eigenschaft hat man natürlich auch lange für das Nervengewebe angenommen. Aber schon früh stiegen Bedenken auf. Denn schon 1839 hatte Nasse entdeckt, daß das vom Rückenmarke abgetrennte Stück seine Struktur total ändert, während das zentrale ziemlich normal bleibt. Der Zerfallprozeß ist natürlich später sehr genau studiert worden, besonders durch Ranvier, Büngner und zuletzt mit allen Mitteln heutiger Technik durch Doinikow. Was also zusammenzuheilen hätte, wären ganz ungleichartige Gewebsmassen.

In dem abgetrennten Stücke kräuseln sich zunächst die sonst langgestreckten Fibrillen der Achsenzylinder, der leitenden Teile also, und dann

zerreißen sie in kleinste Stückchen, die allmählich verschwinden oder doch der heutigen Beobachtung entgehen. Die sie umgebende Markscheide, ein anscheinend gleichmäßiger Stoff, zerfällt in Klumpen. Die Markscheide liegt regelmäßig in einer feinen Hülle, der Schwannschen Scheide. Diese wird von Zellen, den Schwannzellen, geliefert, deren Kerne an einzelnen Stellen der Scheide sichtbar sind. Erst in dem letzten Jahrzehnt hat man die Bedeutung dieser Zellen erkannt (*Nageotte, Doinikow*). Es sind nicht, wie man früher meinte, indifferente flache Gebilde, sondern Protoplasmamassen, die mit zahlreichen feinen Fortsätzen die ganze Nervenfasern überall derart durchziehen, daß in den Maschen der Fortsätze das Myelin der Markscheide eingebettet ist, ja daß der Achsenzylinder selbst umschieden wird. Sie dienen ganz zweifellos dem Stoffwechsel des Nerven, denn sobald in jenem besondere Zerfallprozesse entstehen, was ja schon bei der normalen Funktion geschieht, fassen jene Anteile der Schwannzellen sie ab, lagern sie ein und führen sie den Lymphbahnen zu, die überall die Nerven umschneiden. Nach einer Nerventrennung beladen sich diese Zellen bis zum Platzen fast mit den Trümmern des Myelins. Dasselbe erleidet dabei eine besondere Umwandlung chemischer Art, es gibt nun, was normales Myelin nie tut, mikrochemisch die Fettreaktionen, schwärzt sich tief in Überschwefelsäure und nimmt auch in späteren Stadien die Fett- und Lederfarben der Industrie an. Das eben ermöglicht uns jetzt sehr schnell, zerfallende Nerven im Gewebe aufzufinden. Wenn die Freßzellen nach Wochen alles Fett abgegeben haben, schrumpfen sie zu langen, nun in der Nervenrichtung eng aneinander liegenden Spindeln zusammen. In diesen Spindeln treten dann, allmählich immer deutlicher werdend, zarte Bänder auf, die, wenn einzelne Beobachtungen nicht täuschen, auch untereinander in Verbindung treten. Nervenfasern aber sind das noch nicht. Im Gegenteil, ein abgetrenntes peripheres Nervenstück kann Jahrzehnte in diesem noch durch reichliche Einwanderung von Bindegewebe in die Interstitien komplizierten Zustande verharren. In all dieser Zeit bleibt es völlig leitungsunfähig.

Auch in dem zentralen, dem mit den Nervenursprungszellen im Rückenmarke oder den Spinalganglien noch zusammenhängenden Stücke treten Veränderungen ein. Sie sind aber viel leichter der Natur und alle vorübergehend. Dicht an der Schnittstelle findet sich ein ähnlicher Zerfall wie im peripheren Stücke, und auch in den anscheinend normal bleibenden Teilen weiter zentralwärts müssen Veränderungen, die unserer heutigen Technik noch entgehen, vorhanden sein, denn noch weiter zentral, in den Ursprungszellen, lichtet sich die Körnung, quillt der Kern an. In 1—2 Wochen ist aber all dieses verschwunden. So liegen sich, durch die Schnittnarbe getrennt, etwa vom 20. Tage an ein total

entartetes peripheres Stück und ein anscheinend normales zentrales Nervenstück gegenüber.

Wo kommen nun die neuen Fasern her, die man nach einiger Zeit im peripheren Stücke beobachtet, und wie kommt es, daß sie gerade in dieses Stück einwachsen, den Weg unter so vielerlei Möglichkeiten gerade dahin finden? Das sind die zwei Fragen, welche seit bald 30 Jahren die ganze ungeheure hier erwachsene Literatur beherrschen. Wir werden sehen, daß beide gelöst sind.

Man war anfangs durchaus der Meinung, daß das periphere Stück nur von dem zentralen her neue Achsenzylinder erhalte und daß, wenn diese einwachsen, sich auch neues Nervenmark bilde. Diese Lehre erhielt eine sehr wesentliche Stütze, als *His* und andere zeigten, daß auch beim Embryo alle Nerven aus den zentralen Zellen in die Peripherie hineinwachsen, ja als es gar *Harri-son* gelang, aus einem Stückchen abgetrennten Rückenmarkes unter dem Mikroskop frei auswachsende Nervenfasern zu beobachten, die an den feinen Gerinnungsfäden, welche das einbettende Nährplasma birgt, entlangkriechen. Diese Versuche und die entwicklungsgeschichtlichen Studien sind oft und vielfach variiert wiederholt worden. Im ganzen kamen die meisten Forscher, die bis heute hier arbeiteten, zu der Ansicht, daß die leitenden Teile des Nerven, eben die Achsenzylinder, nichts anderes wären als lang ausgewachsene Teile der zentralen Ganglienzellen. Jede Trennung, das sah man ja auch immer wieder, von der Ursprungszelle vernichtete den Nerven auf die ganze abgetrennte Strecke. Aber schon 1856 hatte *Schiff* gegen diese Anschauung Einwände aus Versuchen heraus erhoben und die Meinung geäußert, daß irgendwelche Elemente im peripheren Stück ganz selbständig neue Achsenzylinder erzeugen könnten. Aus histologischen Gründen traten ihm später *Philippaux* und *Vulpian* bei, und bald stand der Lehre von der Kontinuität die von der Autoregeneration entgegen. Ein sehr scharf und mit überaus geistreich variierten Versuchen geführter Streit erhob sich, in dem viele tüchtige Männer sich für die Möglichkeit der Autoregeneration erklärten. Namentlich *Bethes* Versuche erregten das größte Aufsehen, weil er zweifellos überaus geschickt isolierte periphere Nervenstücke wieder zu normalen Nerven auswachsen sah. Zwar erlitt dieser Beitrag zur Autoregeneration einen gewissen Eintrag durch den von mehreren Seiten erbrachten Nachweis, daß unter den gewählten Versuchsbedingungen recht wohl Nerven aus der Nachbarschaft in die geleerten Nervenscheiden eingewachsen sein konnten, daß also hier auch eine Neurotisation vom Zentrum her, wenn auch nicht aus dem eigenen zentralen Stück erfolgt war. Machte nun schon *Bethes* vorsichtige Versuchsanordnung derlei sehr unwahrscheinlich, so zeigt ein anderer Umstand, der merkwürdigerweise von allen Kritikern nachher übersehen wurde, ganz klar, daß

andere Verhältnisse vorliegen. *Bethes* „autoregenerierte“ Nerven hatten keinen Bestand, sie gingen im Laufe der Zeit wieder zugrunde, seine Versuche gelangen überhaupt nur an jugendlichen, nie an erwachsenen Tieren. Nervenbahnen, die durch Einwachsen wieder mit dem Zentrum in Beziehung geraten, sind aber dauernd neurotisiert. Die *Bethes* Versuche beweisen also, daß jugendliche Nerven nach Abtrennung vom Zentralorgane wieder vorübergehend normal werden, aber wir werden nachher sehen, daß sie einer anderen Deutung als der vielfach akzeptierten wohl zugänglich sind, ja daß sie einer solchen bedürfen, wenn das spätere Vergehen erklärt werden soll.

In den letzten Jahren ist es nun gelungen, durch eine besondere Methode der Versilberung die Vorgänge im zentralen Stumpfe durchaus aufzuklären, und jetzt können wir mit aller Sicherheit sagen, daß der nervenlose periphere Stumpf nur von dem zentralen aus neurotisiert wird. Wir können es sagen, weil wir es sehen können, weil die neue Methodik, die namentlich *S. Ramon y Cajal* ausgebildet und musterhaft benutzt hat, jede einzelne Fibrille aus dem zentralen in den peripheren Stumpf zu verfolgen gestattet.

Schon 2 Stunden nach der Nerventrennung treten aus dem Ende jeder zentralen Faser ganz merkwürdige kleine und große Tropfen aus. Sie ziehen einen feinen Faden hinter sich her und wachsen nach allen Seiten in die Narbe hinein. Allemal, wenn sie da einem Widerstand begegnen, weichen sie aus, ja sie spalten sich dann oder sie wenden sich gar wieder rückwärts in den Stumpf hinein, klettern, fortwährend neue Tröpfchen nach rechts und links aussendend, an den alten Fasern wieder rückwärts. Viele umschlingen diese in vielgeteilten Spiralen, wo dann die Endästchen wieder kolbig sind. Daß der Widerstand allein derlei erzeugt, sieht man an den Stellen, wo sich etwa ein harter und sehr fester Blutstropfen findet und noch besser bei einem der *Cajalschen* Versuche, wo das einfache Umlegen eines Fadens um einen unzertrennten Nerven, eines nicht abschnürenden Fadens, schon ausreichte, ganz die gleichen Bilder zu erzeugen.

Daß es sich bei diesen mikroskopisch als Keulenbildung erscheinenden Dingen um ein Austropfen handelt, das haben *Liesegang* und ich erkannt. Wir versuchten die Bilder nachzumachen und konnten in der Tat außerordentlich ähnliche Vorgänge erzeugen dadurch, daß wir Kieselsäuregel in dünnes Wasserglas auswachsen ließen. Die Seitenäste, die Internodien, die Endkolben, ja die Spiralen ließen sich erzeugen. Nebenbei sei erwähnt, daß gelegentlich auch den normalen Ganglienzellen überaus ähnliche Gebilde an diesen Modellen auftraten.

Es lohnt sich diese Versuche einmal nachzumachen, weil auf außerordentlich einfache Weise hier sehr elegante Gebilde entstehen: In ein Trinkglas, das mit zur Hälfte verdünntem Wasserglas gefüllt ist, wirft man einige Stückchen Eisenvitriol und sorgt, daß sie zu Boden sinken. Nach wenigen Minuten schon er-

leben sich über ihnen die Röhren aus Kieselsäuregel, die dann unter allerhand Verzweigungen usw. bis zum Wasserspiegel emporwachsen. Die von dem Salze abgespaltene Salzsäure bewirkt das. (Näheres *Anatomischer Anzeiger* Bd. 47, Nr. 8.)

Aus dem zentralen Ende quellen also nach allen Seiten der Narbe die neuen Nervenfasern aus. Je nach der Dichte der Narbe erreichen von ihnen einige früher, andere später das periphere Stück. Das kann Wochen, es kann aber auch ein Jahr und mehr dauern, wie wir es jetzt im Kriege oft genug sahen. In dem Moment aber, wo jenes erreicht ist, hört das Wachstum nach allen Seiten auf, die ganze neue Masse ergießt sich in die langen, da zu ihrer Aufnahme bereitliegenden Zellreihen und in wenigen Wochen sind lange Strecken neurotisiert. Dauernerven sind entstanden, die sich in nichts von normalen unterscheiden.

tig ermöglicht oder doch über die Grenze hinaus ermöglicht, welche dem Zellwachstum gesetzt ist. So erst gewinnen wir auch ein Verstehen für die Beobachtung, daß gleiche Zellen allemal den beim Embryo auswachsenden Fasern anliegen, ja wir verstehen nun überhaupt die verschiedenen Bilder, welche zu der Meinung Veranlassung gaben, daß der ganze Nerv von peripheren Gebilden geschaffen werde. Und wenn man erwägt, daß in den Schwannzellen, wie oben erwähnt ist, sowohl bei der Entwicklung als bei der Regeneration feinste Faserung auftritt, so erkennt man auch, daß hier das Addiment gegeben ist, das zusammen mit den aus der Ursprungszelle einwachsenden Fasern den Nerven schafft.

Der in diesem langen Streit gewonnene Standpunkt ist also der: *Die Nerven entstehen weder*

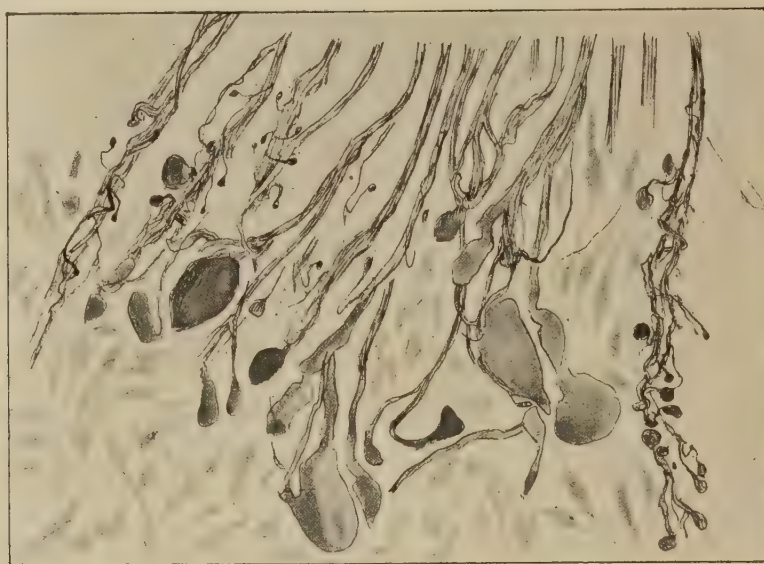


Fig. 1. Das zentrale Stumpfende eines durchschnittenen Nerven. Aus den Fasern quellen kleine und große Tropfen. Überall feine, nach den verschiedensten Seiten — auch rückwärts in den Nerven — auslaufende neue Fäserchen. Vergr. ca. 600/1.

Das zentrale Ende aber wächst keineswegs beliebig weit aus, wenn es das periphere nicht erreicht. Wenige Zentimeter kaum. Das wäre nun nicht zu erklären, wenn man annähme, daß die jene Fasern ausstoßenden Ganglienzellen allein in der Lage wären, neue periphere Nerven zu schaffen, denn es wäre nicht abzusehen, warum nicht neben der Narbe, etwa in Muskelzwischenräumen, sich neue Nerven ausbilden sollten. Es wäre auch kaum wahrscheinlich, daß die zentrale Ursprungszelle der embryonal sich entwickelnden Faser Kräfte besäße, jene 50 und mehr Zentimeter vorzutreiben, und gar nicht zu erklären, warum der auswachsende Nerv erst, wenn er in die Zellreihen des alten gelangt, nun plötzlich die Fähigkeit erlangen sollte, beliebig auszuwachsen. So wird uns die Annahme aufgedrängt, daß in jenen Zellreihen etwas ist, was das Auswachsen erst rich-

ganz aus peripheren noch ganz aus zentralen Elementen. Sie bleiben aber in ihrer Existenz viel mehr von den letzteren als den ersteren abhängig, ja sie können als Anteile der Ursprungszelle betrachtet werden, denen durch periphere Elemente ein Längenwachstum ermöglicht wurde.

Und nun gewinnen wir auch Verständnis für die Betheschen Beobachtungen von Neubildung von Nerven im jugendlichen Gewebe, da, wo gar keine Ganglienfasern einwachsen können. Wir wissen nämlich längst, daß jugendliche Gewebelemente eine größere Regenerationskraft noch haben als ältere, und es bietet deshalb keine Schwierigkeit anzunehmen, daß die jugendlichen Achsenzylinder selbst abgetrennt noch etwas regenerieren. Aber Dauerelemente entstehen so nicht. Der wichtigste Versuch, der immer für die Autoregeneration in Anspruch genommen wurde,

erfährt so eine andere und nicht weniger befriedigende Deutung.

Wie finden die neu auswachsenden Fasern ihren Weg zu dem alten Stumpfe?

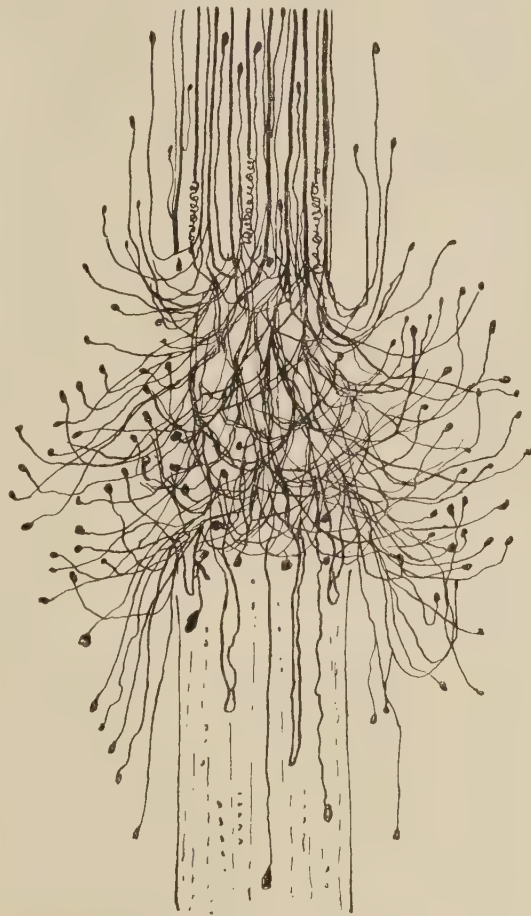
In den Jahren 1882—85 sah *Vanlair* in zahlreichen Versuchen von Nervenvereinigung, daß nichts so wichtig war, als die Vermeidung größerer Widerstände auf dem Wege des gewünschten Auswachsens. Ja, er wollte die Narbe ganz vermeiden, indem er dem Stumpfe hohle Knochen vorlagerte, in die jetzt dessen Fasern in der Tat einwanderten. Er kam zu der Überzeugung, daß die Nerven eben nur nach dem Orte des geringsten Widerstandes auswüchsen, und den nahm er als gegeben an in den Zellen des peripheren Stumpfes. Auch als 1909 *Held* das Auswachsen der Nervenfasern beim Embryo studierte, kam er zu dem Schlusse, daß sie in der Tat im wesentlichen dem geringsten Widerstande zuwachsen.

Aber wenn zweifellos der Widerstand eine hemmende Rolle spielt, daß er ausschlaggebend für das Wiederfinden des Stumpfes ist, ist in keiner Weise sicher. Sieht man doch oft genug das periphere Stück erreicht von Fasern, die viel leichter den Weg etwa im Muskel- und Fettgewebe als gerade durch die harte Narbe gefunden hätten. *Forssmann* (1898—1900) hatte deshalb ganz recht, als er nach anderen Ursachen suchte. Der mechanischen Theorie glaubte er die vom Neurotropismus entgegenstellen zu dürfen. Sie besagt, daß der periphere Stumpf irgend etwas enthält, das die zentralen Fasern chemisch anlockt. Aus seinen zahlreichen und oft sehr geistreich angeordneten Versuchen seien nur zwei erwähnt: 1. Neben einen durchschnittenen Nerven wird ein Kollodiumsäckchen mit zerquetschtem Hirn und ein ebensolches mit Milz- oder Lebersubstanz eingenäht. Man findet danach fast alle regenerierten Fasern im ersteren Sacke. 2. Das periphere Stück wird nicht vor dem zentralen gelassen, sondern neben es gelagert. Die aus dem ersteren kommenden Fasern wachsen dann nicht geradeaus weiter, sondern seitwärts in das periphere Stück. Als Anlockungsmittel sieht *Forssmann* die Zerfallprodukte des Myelins an.

Aber weder *Lugaro* noch *Dustin* konnten diese Art des Neurotropismus wiederfinden. Gerade *Dustin* hat viele Versuche wiederholt und auch variiert und *Lugaro* hat weder im verletzten Rückenmark ein Auswachsen von Nervenfasern erreicht, als er einen markhaltigen Nerven einnähte, noch im zentralen Stumpfe zerschnittener Nerven durch Anlagerung normaler oder auch degenerierter Nerven Ablenkung der auswachsenden Fasern erzielt. Dennoch nahm *Cajal* die Lehre von dem Neurotropismus wieder sehr lebhaft auf. Nur sind es für ihn die Schwannschen Scheiden des zerfallenen Nerven, welche anlocken. Allerdings nur die noch lebenden; daß abgestorbene auswachsende Nerven nicht aus ihrer Bahn führen, das zeigte ihm spezielle Versuche. Ich kann aber auch dafür, daß lebende Zellen diesen

Einfluß haben, bei dem Autor keinen rechten Beweis finden. Es ist ihm eher ein Schluß per exclusionem. Er nimmt eben, weil er ohne Neurotropismus das Einwachsen in den Stumpf nicht erklären kann, das einzige in jenem lebende Gewebelement als anlockend an, bestärkt vielleicht dadurch, daß die neuen Achsenzylinder in der Tat außerordentlich enge Beziehungen zu den Schwannzellen des degenerierten Stumpfes eingehen.

Zentrales Stück



Peripheres Stück

Fig. 2. Halbschema. Heilungsvorgang im durchschnittenen Nerven. Am unteren Ende des zentralen Stückes fahren die Fasern in der Narbe und ihrer Umgebung nach allen Seiten. Viele kehren vor dem Widerstand wieder um in das leichter passierbare Bindegewebe des normalen zentralen Stückes; auch von denen, welche das periphere Stück — zufällig — erreichen, kehren wieder welche um, eine Zahl anderer aber vermehrt sich da und schafft den neuen Nerven.

Weder die mechanische noch die chemische Hypothese können erklären, warum das periphere Nervenstück von den Fasern des zentralen gefunden wird. So ständen wir dem interessanten Problem noch ratlos gegenüber, wenn die fortgeschrittene mikroskopische Technik nicht die Lösung gebracht hätte. Wir können ja jetzt, wie oben erwähnt wurde, durch eine bestimmte Art

der Versilberung alle Nervenfasern sichtbar machen, die fertigen alten nicht nur, sondern auch die eben auswachsenden Tropfen. Da erkennt man denn (ich benutzte in Fig. 2 ein von *Cajal* zu anderen Zwecken gegebenes Halbschema), daß zu einer Zeit, wo frühere Färbungen noch weite Distanz der Nervenenden aufweisen, überall jene feinen auswachsenden Tropfen umherirren, von denen oben die Rede war. Sie ziehen nach allen Seiten, auch hirnwärts und natürlich auch narbenwärts dem peripheren Stücke zu. Nun darf daran erinnert werden, was oben mitgeteilt wurde, daß die Nerven entstehen aus den zentralen Ausläufern, vermehrt durch irgendwelche in den Schwannzellen des Stumpfes auftretende Produkte. Solange diese nicht von den Ganglienzellenausläufern erreicht werden, mag es zu allerhand unregelmäßigen Fasern in der Narbe und in ihrer Umgebung kommen, wie wir es in der Tat sehen. Sobald aber auch nur wenige der herumirrenden Fasern in jenes ihrer Vermehrung so zweckmäßige Bett geraten, fangen sie an sich zu teilen und wachsen schnell durch die Zellen des alten Stumpfes hindurch. Ich glaube also, daß es keiner Anlockung bedarf, sondern, daß eben nur die Fasern zum ordentlichen Auswachsen kommen, welche den alten Stumpf erreichen, daß die andern allmählich, wie wir es in der Tat oft genug sehen, nach solchem Neuauswachsen wieder zugrunde gehen. Soweit sie aus dem zentralen Stumpf her sich schon Schwannzellen mitgebracht haben — das ist beobachtet —, ummarken sie sich auch in der Narbe schon, aber richtige lange Nervenbahnen bilden sie eben nur da, wo ihr Hilfsmaterial richtig angeordnet bereits liegt. Unter diesem Gesichtspunkte sind alle die zahlreichen Versuche der früheren Autoren sehr wohl zu verstehen und zu deuten. Jetzt erkennen wir auch, warum aus dem zentralen Ende sein daneben gelegtes peripheres Stück im Bogen zwischen beiden Enden neurotisiert wird, warum in *Forssmanns* Hirnsäckchen Nerven einwuchsen — das Milzsäckchen durchdrangen sie nicht, weil es anderen Widerstand bietet —, jetzt verstehen wir, warum man die zentralen Enden zweier verschiedener Nerven vereinen kann, wo dann aus jedem in den anderen Fasern wachsen, und schließlich wird jetzt klar, warum gelegentlich nach einer Nerven-naht außerordentlich schnell eine Neubildung erfolgt, die vorher monatelang ausblieb, solange die Narbe zwischen beiden Enden undurchdringlich lag. Warum aber andere Male solche Naht ganz erfolglos bleibt, dann wohl, wenn das zentrale Stück noch Narbe enthielt, oder wenn Blut, das einen unüberwindlichen Widerstand bietet — mikroskopische Bilder zeigen, wie die Fasern jede Blutspur umkreisen —, im Wege lag.

Das ganze so lange in so verschiedener Weise bearbeitete Problem löst sich jetzt befriedigend und überaus einfach und das wird dadurch möglich, daß eine verbesserte Technik alle Vorgänge zu verfolgen gestattete.

Faßt man die Regeneration der Nerven so auf, wie es hier dargestellt wurde, dann gewinnt man auch ein Verständnis für die Versuche, die eben im Gange sind, bei unseren vielen Verwundeten zwischen die getrennten Nerven nach Wegnahme der Narbe leicht passierbare Körper, die in Röhrchen gefüllt sind, einzuschalten, Versuche, die, wie es scheint, zu gutem Ende führen.

Zoologische Mitteilungen.

Im Marburger Zoologischen Institute wird unter anderem seit über 6 Jahren Bau und Lebensweise eines der größten deutschen Käfer erforscht. Schon sind darüber mehrere sehr genaue Einzelarbeiten erschienen, und jetzt wird von *H. Blunck*, der selber einige Abschnitte dieser Sammlung verfaßte, eine vorläufige Zusammenstellung (s. *Zool. Anzeiger* Bd. 46, 1916, S. 271—285, 289—300) mit Ausschluß der Metamorphose gegeben. Es handelt sich dabei nicht etwa um den Maikäfer, an den man zuerst denken möchte, obwohl auch er es wohl verdiente, von neuem gründlich studiert zu werden, sondern um den ökonomisch vielleicht nicht weniger gefährlichen sog. **Gelbrand** (*Dytiscus marginalis*), einen etwa 3 cm langen Schwimmkäfer. Dieser, und in noch höherem Grade seine Larve, ist nämlich ein Feind der Süßwasserfische, besonders deren Brut: die etwa 100 Nachkommen eines einzigen Käferpaares, die reif werden, können während der 14 Tage ihrer Entwicklung gegen 14 000 Fischlein vertilgen, sind daher unter die schlimmsten Schädlinge zu rechnen. Sehr gefräßig sind auch die erwachsenen Käfer. Die Männchen leben in der Regel 1, die Weibchen 1½ Jahr, im Winter unter dem Eise, im Sommer, falls das Wasser austrocknet, in dem Schlamm vergraben. In erster Linie bewohnen sie stille Teiche und Gräben, halten sich bei Tage meist zwischen den Wasserpflanzen versteckt und gehen in der Dämmerung auf Raub aus. Wie alle Schwimmkäfer ist der Gelbrand als ein ans Leben im Wasser angepaßter Laufkäfer anzusehen, genau so wie z. B. die Wale von Landsäugetieren stammen; gleich diesen atmet er die Luft direkt und muß deshalb von Zeit zu Zeit an die Oberfläche kommen, um sich hier einen neuen Vorrat zu holen. Wird er daran verhindert, so erstickt er. Allerdings ist das selten, denn er ist spezifisch etwas leichter als das Wasser, steigt also, wenn er sich nicht absichtlich mit den Mittelbeinen an einer Pflanze festhält, von selbst in die Höhe und kann nur durch kräftige Bewegungen in die Tiefe gelangen. Er gleicht in dieser Beziehung einem Tauchboote, das durch ein Ruderpaar — die Hinterbeine mit ihrem Besatze von langen Borsten, der die Ruderfläche dreimal so breit macht — vor- oder seitwärts getrieben und durch ein Schleppsteuer — die Mittelbeine — nach unten oder oben gelenkt wird. Hat er am Wasserspiegel gründlich geatmet, so muß er zuweilen einen Teil der Luft wieder entlassen, um überhaupt tauchen zu können. Auf dem Lande ist er ziemlich unbehilflich, denn die Beine vermögen den Leib nicht vom Boden freizumachen, sondern nur auf ihm weiter zu schieben; dagegen fliegt er noch leidlich gut und gern, namentlich in Herbstnächten bei Mondschein. Jedoch bedarf es dazu großer Vorbereitungen: er muß gleich dem Maikäfer sich voll Luft pumpen, auch den Hinter-

darm entleeren, um sich recht leicht zu machen, und vor allem erst auf eine Pflanze, einen Stein oder anderen erhöhten Punkt klettern, um dort seine Flügel zu entfalten. Sein Ziel ist stets ein anderes Gewässer — oder was ihm durch Spiegelung als solches erscheint, z. B. die Fenster eines Mistbeetes —, und er stürzt sich dann gleich kopfüber hinein. — Der Gelbrand nimmt nur animalische Nahrung zu sich, greift aber jegliches lebende oder tote Tier an, und so entgehen ihm nur die schnellen Fische und, da er sie nicht festhalten kann, die Mückenlarven und noch kleineren Wesen. Läßt man ein Tröpflein Blut ins Wasser fallen, so wird er ungemein aufgeregt und sucht nach der Beute, beachtet hingegen ausgelaugtes Fleisch, das auf dem Boden liegt, nicht und läßt sich überhaupt beim Erwerbe der Nahrung wesentlich vom chemischen (Riech- oder Schmeck-) Sinne leiten. Er kann ohne Schaden 4 Wochen lang hungern, nimmt dafür, wenn möglich, sehr viel auf einmal zu sich und speichert die ziemlich groben Bissen zunächst in der sehr geräumigen Speiseröhre (dem Kropfe) auf, um sie später in Ruhe zu verdauen. Da er keine Speicheldrüsen hat, so läßt er aus dem Mitteldarme in den Kropf einen Saft gelangen, der die Nahrung vorverdaut; dann wird diese im Kaumagen fein zerrieben und nun erst in den langen Darm befördert. Was hier nicht resorbiert wird, sammelt sich in einer besonderen Blase an, in die auch die Nierenschläuche den Harn entleeren; so entsteht eine stinkige Jauche, die vom Tiere zu zwei Zwecken aus dem After ins Wasser ausgespritzt werden kann: um leichter zu werden und als Schreckmittel. Geradezu giftig scheint sie nicht zu sein; wohl ist dies aber der Milchsäure eines Drüsenpaares am Vorderkörper, der stark bitter schmeckt und sowohl Fische als auch Wasserinsekten zu töten vermag. Der Gelbrand ist somit gegen seine Feinde ziemlich gut gewappnet. — Die Begattung ist an keine Jahreszeit gebunden. Das Männchen wittert das Weibchen wesentlich durch den chemischen Sinn und verankert sich mit den vielen, rein mechanisch wirkenden Haftscheibchen seiner Vorder- und Mittelfüße auf dessen Rücken; hier bleibt es fast immer 2—3 Stunden, oft auch viel länger, und bringt schließlich seinen von einer eigentümlichen Hülle umgebenen Samen am Hinterleib des Weibchens in dessen Begattungstasche unter; aus dieser muß ihn dann letzteres selbst in seinen Samenbehälter hineinpumpen, wo die Samenfäden wenigstens noch $\frac{1}{4}$ Jahr lang Befruchtungsfähig bleiben. Die Eier werden (im Durchschnitt 10 täglich, im ganzen 500—1000) vom Weibchen mit dem Legesäbel in Wasserpflanzen befördert. Direkt im Wasser entwickeln sie sich nicht weiter, in feuchter Luft dagegen wohl, aber am besten im Pflanzengewebe, wahrscheinlich weil sie dort von dem freiwerdenden Sauerstoffe umgeben sind. — Wie man schon aus diesen wenigen Angaben sieht, wird das Leben und Treiben des Gelbrandes recht gründlich erforscht. Manches davon, z. B. die Vorgänge bei der Verdauung, war nur durch mühsame Untersuchung des feineren Baues des Tieres zu ermitteln, und so haben sehr viele Käfer dabei ihr Leben lassen müssen. Eine derartige Arbeit, die unseren heutigen Ansprüchen genügen soll, ist nicht mehr an so wenigem Materiale ausführbar wie beispielsweise der auch jetzt noch in seiner Art mustergültige *Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois de saule*, von dem sein Verfasser, der Holländer P. Lyonet, 1762 angibt, er habe dazu höchstens 8 oder 9 Weidenraupen geopfert. Auch die Teilung der Aufgabe unter zahl-

reiche Bearbeiter, allerdings bei einheitlicher Leitung, hat sich als nützlich erwiesen, denn sonst wären die Resultate sicher noch lange nicht zum Drucke reif geworden.

Willkürliche Änderung des Geschlechtes bei Rädertieren. Mit der Frage, wie es kommt, daß bei den Rädertieren aus den Eiern meist nur Weibchen hervorgehen, ab und zu hingegen Männchen, hat man sich schon seit etwa einem Vierteljahrhundert ziemlich eingehend beschäftigt. Zuerst äußerte 1891 der im allgemeinen sorgsame Franzose E. Maupas die Ansicht, die Temperatur der Flüssigkeit, worin die Tierchen leben, sei dafür verantwortlich zu machen: werde sie erhöht, so träten Männchen auf; mache man sie niedrig, so erhielte man Weibchen. Dem widersprach, ebenfalls auf Grund vielfältiger Beobachtungen, der Bonner M. Nußbaum im Jahre 1897 mit der Behauptung, die Ernährung bestimme das Geschlecht des ganzen Geleges eines jeden jungfräulichen Weibchens: müsse dieses beim Heranwachsen hungern, so lege es nur Männcheneier, umgekehrt nur Weibcheneier, wenn es gut ernährt werde. Beide Forscher hatten mit derselben Art (der gewöhnlichen Hydatina senta) gearbeitet, und dies taten auch 1906 der Engländer R. Punnett, der wieder anderer Meinung war, und die Amerikaner A. F. Shull und D. D. Whitney, die sich beide schon unabhängig voneinander seit 1907 mit diesem interessanten Thema abgaben. Neuerdings ist nun Whitney zu folgenden Ergebnissen gelangt, die das Geheimnis ziemlich aufgeklärt haben. Zunächst (s. *Journ. Exper. Zool. Philadelphia* Vol. 17, 1914, p. 545—558) stellt er fest, daß weder Hunger noch Wärme oder das Gegenteil beider Faktoren direkt in Frage kommen. Schon 1912 hatte er durch ausschließliche Fütterung seiner Hydatinen mit den farblosen Protozoen Polytoma, die sich in einem Auszuge aus Pferdedünger in Reinkultur züchten ließen, 289 Generationen hindurch (in zwei Jahren) nur Weibchen erhalten. Seine neuen Versuche begann er mit einem solchen Weibchen von der 25. Generation. Brachte er einzelne von ihren Nachkommen in andere Gefäße und gab ihnen sehr reichlich von den grünen Protozoen Chlamydomonas zu fressen, so entwickelten sich zwar aus den Eiern wieder Weibchen, aber deren Eier lieferten bis über 87 % Männchen. Somit bestimmt die Art der Nahrung eines Weibchens das Geschlecht seiner Enkel (dies hatte übrigens bereits 1913 C. W. Mitchell, ebenfalls ein Amerikaner, an der Art Asplanchna amphora gezeigt), und das geht in diesem Falle so weit, daß bei der Rückversetzung von der grünen zur farblosen Nahrung wieder nur Weibchen entstehen. Um ferner die Möglichkeit auszuschließen, es handle sich hier um eine besondere Rasse von Hydatinen, besorgte sich Whitney 1915 eine Kultur, die aus trockenem, Ende 1912 aus England gesandtem Schlamme herrührte und bereits seit 270 Generationen — etwa alle 3 Tage war eine neue da — nur Weibchen gebracht hatte, um mit dieser die gleichen Versuche zu machen. Er hatte wirklich den gewünschten Erfolg: bekamen die Tierchen nur Polytoma zu fressen, so blieben sie ausschließlich Weibchen, dagegen erschienen die Männchen bis zu 85 % genau so schnell und regelmäßig, wenn die Großmütter mit der Chlamydomonas ernährt wurden. (*S. Biol. Bulletin Woods Hole* Vol. 29, 1915, p. 41—45.)

Seit 1911 erscheinen in Cambridge (Mass.) 2 Zeitschriften, die dem Studium der geistigen Fähigkeiten

der Tiere gewidmet sind und mancherlei nicht unwichtige Beiträge bringen: das *Journal of Animal Behaviour* und im Anschlusse daran eine Sammlung von größeren Einzelschriften, die *Behaviour Monographs*. Die Nr. 6 des 2. Bandes der letzteren ist eine experimentelle Arbeit von *Helen B. Hubbert* über den Einfluß des Alters auf die **Bildung von Gewohnheiten** bei der Weißen Ratte, und hierauf möchten wir für einen Augenblick die Aufmerksamkeit unserer Leser lenken. Da Ratten höchstens 3 Jahre leben, so waren die 12 Exemplare im Alter von 600 Tagen, die benutzt wurden, schon als recht bejahrt zu bezeichnen; als die jüngsten wurden 27 Stück, nur 25 Tage alt, verwandt, und dazwischen waren je 27 oder 28 von 65, 200 und 300 Tagen eingeschaltet. Jede Ratte wurde zunächst eine Woche lang an eine kleine runde Kammer als den Platz, wo ihr Fressen bereit lag, gewöhnt; bei den Versuchen aber bildete die Kammer den Mittelpunkt eines Labyrinthes, das die Ratte vorher zu durchwandern hatte. War ihr dies gelungen, so wurde sie unbarmherzig von neuem auf die Suche geschickt, durfte aber, wieder dort angekommen, 5 Minuten lang fressen. Am folgenden Tage ebenso, und so fort, bis sie 6 mal hintereinander den direkten Weg ohne weiteres einschlug, also das Problem gelöst hatte. Das Labyrinth war von einem dunklen Vorhange umgeben und wurde nur von oben künstlich beleuchtet. Um die Tiere nicht zu erschrecken, blieb *Frl. Hubbert* außerhalb des Vorhanges; trotzdem verfolgte sie den Weg der Ratten, da zwei Spiegel an der Decke des Zimmers ihn durch eine Linse seitlich auf einen Tisch warfen, wo er von ihr bequem auf eigenen Vordrucken nachgezeichnet werden konnte. So ergab sich z. B., daß eine 300 Tage alte Ratte zuerst statt des direkten Weges, der nur 4.5 m lang war, fast 50 m zurücklegte und dazu fast 12 Minuten gebrauchte; beim zweiten Versuche hingegen hatte sie bereits so viel gelernt, daß sie nur noch 31 m in etwa 8 Minuten machte, und zuletzt, d. h. im 66. Versuche, raste sie förmlich in nur 7 Sekunden durch die ganze runde Bahn. Allgemein zeigte es sich, daß — einerlei, ob die Versuche bei Tag oder bei Nacht angestellt wurden — die jungen Ratten ihre Aufgabe rascher lernten als die alten, ferner daß die greisen mehr als die doppelte Zeit zur Zurücklegung des geradesten Weges nötig hatten als die jungen. In diesen beiden Gruppen war es gleichgültig, welchem Geschlechte die Tiere angehörten; dagegen lernten von den Ratten im besten Alter (65—300 Tage) die Männchen ihr Pensum schneller als die Weibchen, dafür aber waren diese, wenn sie es einmal erfaßt hatten, weniger langsam als jene.

Über das Verhalten einer amerikanischen Art der **Kreuzspinne** (*Epeira scolopetaria*) bei regelmäßigen Erschütterungen ihres Netzes hat vor kurzem *W. M. Barrows* neue Untersuchungen angestellt (s. *Biol. Bulletin Woods Hole* Vol. 29, 1915, p. 316—322) und dabei die Ergebnisse des englischen Physikers *C. V. Boys* bedeutend erweitert. Dieser hatte sich 1880 auf einige mehr gelegentliche Versuche mit einer Stimmgabel, die den Ton A gab, beschränkt, *Barrows* hingegen verwandte außer Gabeln von verschiedener Tonhöhe besonders Strohhalm, die er an einem elektrischen Hammer anbrachte. So konnte er nicht nur

die Größe und einigermaßen die Häufigkeit der Schwingungen ändern, sondern auch den Halm von weither in Tätigkeit setzen, so daß die Spinne nicht vom Beobachter gestört wurde. Die Hauptresultate seiner zahlreichen Versuche seien hier kurz mitgeteilt. So wie der Halm bei seinen Schwingungen einen der radiären Fäden des Netzes berührt, wird der Insasse aufmerksam: befindet er sich mitten im Netze, so dreht er sich sofort nach der Richtung, von wo die Erschütterung kommt, sonst jedoch eilt er erst in die Mitte. Schwingt nun der Halm weiter, so läuft die Spinne auf ihn zu, ergreift ihn und überzieht ihn wohl gar mit Gespinnst. Das tut sie auch in der Nacht, also spielen die Augen dabei kaum eine Rolle. Junge, kleine Spinnen sind empfänglicher für rasche Schwingungen (100 bis über 500 in der Sekunde), alte, große für langsamere (24—300); damit stimmt überein, daß jene mehr die kleineren Insekten fressen, deren Flügel rasch schwingen, diese eher die größeren. Mit einer sehr feinen Schere gelang es *Barrows*, von einem oder mehreren Beinen die Enden abzuschneiden, ohne daß die Spinne das Netz verließ; nur durfte er dabei dieses nicht etwa erschüttern. Die operierten Tiere verhielten sich ziemlich wie unverletzte, daher sind die Sinneshaare, die den Reiz von den Netzfäden auf die Spinne übertragen, nicht auf ein bestimmtes Beinpaar beschränkt; wahrscheinlich sitzen sie an den Tarsen. Mitunter bringt die Spinne durch Zupfen an zwei benachbarten Radiärfäden das Netz in Schwingungen und tut dies der Reihe nach mit sämtlichen Fäden; so ermittelt sie, ob das Netz leer und sauber ist, oder ob und wo ein Fremdkörper sich daran angeheftet hat, der ja in anderer Weise schwingen wird als die Fäden allein.

In der biologischen Station zu Fairport im Staate Iowa unternahm *E. P. Churchill* es, **Süßwassermuscheln** (*Quadrula*) mit **Fett** zu füttern. Er versetzte sie in Wasser mit Oliven- oder Baumwollamenöl, das er vorher durch Kochen mit kaustischem Natron verseift hatte. Die erwachsenen Muscheln wurden in Becken von 5 Liter Raum gehalten, in denen das Wasser täglich gewechselt wurde, die jungen in kleineren. Die Seifenlösung war $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{200}$ % stark; die Tiere vertrugen sie immer gut, gaben indessen mehr Schleim als gewöhnlich ab. Zum Teil war die Lösung mit dem Fettfarbstoffe Sudan 3 gefärbt worden, so daß sich der Weg des Fettes in der Muschel leichter verfolgen ließ. Dieses fand sich denn auch auf den Schnitten durch das ganze Tier oder die einzelnen Organe in den Zellen des Darmes, aber nicht minder in denen der Kiemen, des Mantels und Fußes vor, so daß es wahrscheinlich nicht nur durch den Mund, sondern auch durch die Haut aufgenommen wird. Letzteres um so eher, als junge Muscheln, die nur 4—24 Stunden im Seifenwasser gewesen waren, nicht mehr Fett im Darme als in der Haut zeigten, wohin es ja in dieser kurzen Zeit kaum von jenem aus hätte gelangen können. Es scheint, daß die Zellen die Seife unverändert aufnehmen und dann daraus das Fett in Tröpfchen wieder abscheiden. Die Gefäße enthielten das Fett sowohl in den Blutzellen als auch in der Flüssigkeit. (*Biol. Bulletin Woods Hole* Vol. 29, 1915, p. 68—86.)

P. Mayer, Jena.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 18.

5. Mai 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Zur ältesten und zur neuesten Kristallographie.
Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Rinne, Leipzig.*
(Schluß.) S. 233.

Die Sehorgane am Mantelrande der Kammuscheln.
Von *Prof. Dr. Richard Hesse, Bonn.* S. 239.

Die sozialen Aufgaben der Säuglingsfürsorge.
Von *Prof. Dr. A. Grotjahn, Berlin.* S. 240.

Besprechungen:

Lipschütz, A., Allgemeine Physiologie des Todes.
Von *Albert Koch.* S. 242.

Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. Von
F. W. Neger. S. 243.

Ortlepp, Karl, Monographie der Füllungs-
erscheinungen bei Tulpenblüten. Von *E. Küster.*
S. 244.

University of California Publications in Zoology.
Von *G. Schott.* S. 244.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Kriegs-
wünsche für den geographischen Unterricht.
Von *O. Baschin.* S. 245.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen
Akademie der Wissenschaften. S. 246.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1916, H. 5. S. 246.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 5/6. S. 247.

Zeitschrift für Elektrochemie, 1916, H. 5/6. S. 247.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft,
1916, Bd. XXXIV, H. 2. S. 247.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik,
Geographie und Biologie der Tiere, 1916,
Bd. 39, H. 2. S. 248.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Zur Krise der Lichtäther-Hypothese

Rede, gehalten beim Antritt des Lehramts an der Reichs-Universität zu Leiden

Von

Prof. Dr. P. Ehrenfest

Preis M. —.60

Die Atomionen chemischer Elemente

und ihre Kanalstrahlen-Spektren

Von

Dr. J. Stark

Professor der Physik an der Technischen Hochschule Aachen

Mit 11 Textfiguren im Text und auf einer Tafel

Preis M. 1.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Goldschmidt, Dr. Victor, Index der Krystallformen der Mineralien.

In drei Bänden.

Erster Band. (Einleitung und Abichit bis Euxenit.) Mit in den Text gedruckten Figuren. 1886. (X u. 601 S.) 4^o. M. 30,—.

Erschien in 2 Lieferungen zu je M. 15,—.

Zweiter Band. (Fahlerz bis Pyroxen.) 1888/90. (III u. 546 S.) 4^o. M. 30,—.

Erschien in 7 Teilen: Heft 1: Fahlerz — Frieseit. M. 3,60; Heft 2: Gadolonit — Gyps. M. 3,60; Heft 3: Haidingerit — Jarosit. M. 3,60; Heft 4: Idokras — Kupfervitriol. M. 5,—; Heft 5: Lanarkit — Luninit. M. 3,—; Heft 6: Magnesit — Osmiridium. M. 5,60; Heft 7: Pachnolith — Pyroxen. M. 5,60.

Dritter Band. (Quarz bis Zünit nebst Anhang, Synonymen, Korrekturen und Nachträgen.) 1888/91. (VII u. 420 S.) 4^o. M. 20,—.

Erschien in 7 Teilen: Heft 1: Quarz. M. 2,—; Heft 2: Ralstonit — Rutil. M. 3,—; Heft 3: Salmiak — Syngenit. M. 5,60; Heft 4: Tantalit — Tysonit. M. 3,20; Heft 5: Ullmannit — Wurtzit. M. 3,20; Heft 6: Xanthokon — Zünit. M. 2,—; Heft 7: Anhang. Synonyme. Korrekturen u. Nachträge. M. 1,—.

— **Krystallographische Projectionsbilder.** (19 Tafeln nebst 2 Beilagen. Format 66 : 75,5 cm. Zum Teil in Farbendruck. Mit 15 S. Text.) 1887. 4^o.

In Mappe N. 60,—.

Die Tafeln werden auch einzeln abgegeben:

Tafel I.	Pyrit. Gnomonische Projection der bekannten Formen	M. 4,—.
" II.	" Punktbild	M. 2,—.
" III.	Calcit. Gnomonische Projection der bekannten Formen	M. 4,—.
" IV.	" Punktbild	M. 2,—.
" V.	Rothgiltigerz. Gnomon. Projekt. der bekannten Formen	M. 4,—.
" VI.	" Punktbild	M. 2,—.
" VII.	Pyrit, Calcit, Rothgiltigerz. Mittelfelder in größerem Maßstab. (Ergänzungsblatt.)	M. 4,—.
" VIII.	Eisenglanz. Gnomonische Projekt. der bekannt. Formen	M. 4,—.
" IX.	" Punktbild	M. 2,—.
" X.	Quarz. Gnomonische Projektion der bekannten Formen	M. 4,—.
" XI.	" Punktbild	M. 2,—.
" XII.	" Mittelfeld in größ. Maßstab	M. 4,—.
" XIII.	Bournonit. Gnomonische und stereograph. Projekt. derbekannten Formen	M. 4,—.
" XIV.	" Punktbild	M. 2,—.
" XV.	Humit-Gruppe: Humit, Klinohumit, Chondroit, Gnomon. Projektion der bekannt. Formen	

	Chondroit mit Vicinalflächen	M. 4,—.
Tafel XVI.	Humit-Gruppe: Punktbild mit optisch. Abmessung.	M. 4,—.
" XVII.	Magneteisenerz, Beryll, Idokras, Baryt, Epidot, Axinit. Beispiele für die Anwendung rastrierter Blätter zur Darstellung von Projektionsbildern	M. 4,—.
" XVIII.	Amphibol. Ableitung des perspectivischen und des horizontalen Bildes aus dem gnomonischen Projektionsbild	M. 4,—.
" XIX.	Anorthit. Zwillingsbilder in gnomonischer Projection. Albit-Gesetz, Manebacher Gesetz. Calcit, Rothgiltigerz, Eisenglanz, Quarz. Linienbilder der wichtigsten Zonenentwicklung	M. 4,—.
Beilagen:	Hexagonales Netz. 4 Blatt.	M. 1,60.
	Tetragonales Netz. 4 Blatt.	M. 1,60.
	Preis des Textes M. —,80. Preis der Mappe allein M. 2,20.	
Beim Bezuge von Tafeln ohne die Mappe kommen außer dem Porto auch die Kosten für Verpackung in Anrechnung.		

— **Ueber krystallographische Demonstration mit Hilfe von Korkmodellen mit farbigen Nadelstiften.** Mit 6 Tafeln in Farbendruck. 1887. (20 S.) 4^o. M. 3,—.

— **Ueber Projection und graphische Krystallberechnung.** Mit 123 in den Text gedruckten Figuren. 1887. (VI und 97 S.) 4^o. M. 6,—.

— **Einleitung in die formbeschreibende Krystallographie.** Mit 99 in den Text gedruckten Figuren. Sonderausgabe der Einleitung zum „Index der Krystallformen der Mineralien“. 1887. (III u. 156 S.) 4^o. M. 8,—.

— **Krystallographische Winkeltabellen.** 1897. (IV u. 432 S.) 4^o. M. 20,—.

— **Ueber Harmonie und Complication.** Mit 28 in den Text gedruckten Figuren. 1901. (V u. 136 S.) 8^o. geb. M. 4,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Zur ältesten und zur neuesten Kristallographie.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Rinne, Leipzig.

(Schluß.)

3.

Das kristallographische Ziel, die Lage der im Kristall das Röntgenlicht widerspiegelnden Strukturebenen zu erkennen, macht keine sonderlichen Schwierigkeiten, wenn man sich bei der Übersetzung des Lauediagramms in die gewöhnliche kristallographische Sprache der üblichen Vereinfachungen bedient, wie sie durch die Projektionslehre gegeben werden. Das Lauediagramm selber ist eine neue oder doch in die kristallographische Praxis früher nicht eingeführte Projektionsart; es stellt eine „Reflexprojektion“ dar: jede Fläche wird durch einen ihr zugehörigen Reflexstrahl in ihrer Lage gekennzeichnet. Natürlich stehen die üblichen Projektionsmethoden mit dieser neuen Art in Zusammenhang; Fig. 17 gibt ihn an. Benutzt man in der linearen

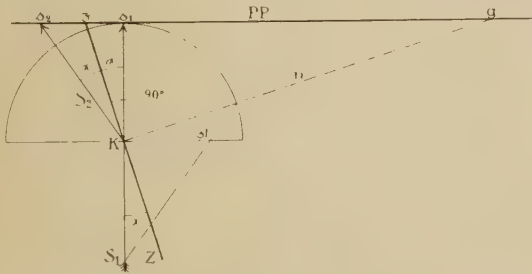


Fig. 17. Beziehung eines Lauediagramms als Reflexprojektion zu der gnomonischen und stereographischen Projektion von Kristallflächen.

Projektion die Einschnittslinien der Flächen eines Kristalls (nachdem man sie alle bündelartig parallel sich selbst bis zum Durchschnitt mit einem Punkte verschoben hat) auf der Projektionsebene, um die Lagen und den Verband der Flächen zu kennzeichnen, so steht ja der auf einer photographischen Platte PP in s_2 aufgefangene Reflex einer Fläche mit der Lage dieser selbst und damit auch der ihrer Durchschnittslinie auf PP in einfacher Beziehung. Ganz ähnlich ist der Konnex zwischen dem Einstich eines Sekundärstrahls, wie er sich im Lauediagramm zeigt, zur Flächennormale n , deren Durchstoßpunkt g auf PP die bekannte gnomonische Projektion der Kristallographen ausmacht, sowie schließlich mit der durch den Punkt st gekennzeichneten Projektion von n in einer durch den Mittelpunkt des Kristalls gelegten äquatorealen Ebene, wie sie die stereographische Projektion vorsieht.

So kann man demnach den Laueapparat als Winkelmeßinstrument benutzen und die kristallographischen Grunddaten rechnerisch oder durch Projektion gewinnen. Es ist dabei von Interesse, daß die Lauegoniometrie ganz unabhängig ist von den äußeren kristallographischen Flächenbegrenzungen. Die Reflexion, von der oben die Rede war, ist ja sehr wesentlich verschieden von der des gewöhnlichen Lichtes. Findet die Spiegelung bei diesem, wie jedem bekannt, nur an den Grenzflächen eines Gebildes statt, so spielt ein solcher Vorgang beim Röntgenstrahlreflex keine Rolle. Es spiegeln bei ihm nicht die Außenflächen, sondern innere kristallonomisch mögliche Strukturebenen.

Ein Blick auf Fig. 6 und die Erwägung, daß die dort angedeutete Bauart sich im Kristall, so weit er reicht, also in unzähliger Wiederholung fortsetzt, zeigt, daß solche Ebenen schon im einfachen Raumgitter in gewaltig großen Scharen vorhanden sein müssen. In der Tat ist die Fülle der Reflexe bei intensiver Durchstrahlung von Kristallplatten oft ungemein reich. So sind z. B. in Fig. 12 nicht weniger als 424 Spiegelungen an inneren Flächen des Anhydrits verzeichnet, wobei noch zu bedenken ist, daß es sich bei einem solchen Versuch lediglich um die Flächen handelt, die innerhalb eines Kegels von 45° Öffnungswinkel liegen. Indes sind auch dem Laueeffekt bestimmte Grenzen gezogen gegenüber der weiten theoretischen Möglichkeit, durch ein regelmäßiges Punktsystem Flächen verschiedener Art legen zu können, und zwar wirken diese Beschränkungen hier im selben allgemeinen Sinne, wie es bezüglich der äußeren Ornamentik der Kristallgebäude geschieht. Schon bei der Erörterung über die einfachen Raumgitter wurde dargelegt, daß Ebenen großer Netzdichte, die zugleich einen weiten Abstand $2d$ ihrer Ebenenschar aufweisen, als äußere Kristallflächen bevorzugt sind. Gerade dies Moment eines nicht zu kleinen Abstandes $2d$ spielt auch beim Reflex der Röntgenstrahlen, deren λ -Größen natürlich nur einen gewissen Spielraum haben, eine bedeutende Rolle, wie die herrschende Gleichung $n\lambda = 2d \sin \alpha$ erkennen läßt. Behufs Verwirklichung dieser Bedingung darf die Größe $2d$ ein gewisses Maß nicht unterbieten. Das ist aber bei punktarmen Netzflächen (Fig. 6) leicht der Fall; sie treten daher im Reflex gegenüber denen mit einfacheren Achsenschnitten mehr und mehr zurück.

Damit ist ein Weg vorgezeichnet, mit Hilfe von Lauediagrammen die Hauptnetzflächen ausfindig zu machen, wenn auch bei den aus Raum-

gittern zusammengesetzten Punktsystemen die Verhältnisse weit verwickelter liegen müssen als bei den früher angenommenen einfachen Bravais'schen Gittern.

4.

Hier setzen nun die Braggschen Untersuchungen förderlich ein; ihr experimenteller Vorzug auf dem Wege zum gesteckten Ziel besteht in der Verwendung intensiven Röntgenlichtes einer Wellenlänge, wie es von Antikathoden aus Palladium oder aus Rhodium neben nur schwacher allgemeiner Strahlung geliefert wird, und weiterhin in dem Umstande, mit großer Genauigkeit den Winkel α festlegen zu können. Diese Möglichkeit ist durch die Eigenschaft des Röntgenlichtes, auch der Sekundärstrahlen, ionisierend auf Gase zu wirken, gegeben. Im Prinzip besteht dementsprechend der Braggsche Apparat aus einer monochromatisches Licht liefernden Röntgenlampe, von dem ein Bündel ausgesondert wird, das den Kristall durchdringt und bei bestimmtem α einen Sekundärstrahl als Reflex liefert, dessen Richtung und Intensität mittels einer Ionisationskammer und angeschlossenem Elektroskop erkannt wird, wenn die Achse dieser Kammer mit dem Verlauf des Sekundärstrahls übereinstimmt. Es gelingt, mit einem solchen X-Strahlen-Spektrometer α und die sich anschließenden Werte α' , α'' , α''' usw., wie sie in der Gleichung $n\lambda = 2d \sin \alpha$ gegeben werden, wenn $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ ist, bis auf 1 Minute festzulegen.

Ist es so möglich, bei bekanntem λ die Größe $2d$ ausfindig zu machen, so öffnet sich damit der Weg, die Lage der Kristallpartikel zu finden: durch Beobachtungen an verschieden orientierten Kristallflächen läßt sich das ihnen jeweils zugehörige $2d$ ermitteln. Damit ist aber ein Anhalt für die räumliche Lagerung der Partikel zueinander gegeben, wobei die Wirksamkeit der Ebenen im Kristall auf die Intensitäten der Reflexionen 1., 2., 3., ... Ordnung eine wichtige Stütze der Erkundung ist. Dazu kommt als Ausbau der Überlegungen ein Moment von chemisch-physikalischer Seite: die Beziehung nämlich zwischen Molekularvolumen V und der Avogadro'schen Zahl N . Ersteres (als Angabe $\left(\frac{\text{Mol.-Gew.}}{\text{spez. Gew.}}\right)$ wieviel Kubikzentimeter der Anzahl von Gramm entsprechen, die das Molekulargewicht angibt) enthält $N = 6,2 \cdot 10^{23}$ Moleküle. Somit ist das Volumen eines Moleküls $= \frac{V}{N}$. Ein kristallographischer Elementarkörper andererseits enthalte n Moleküle; ist er beispielsweise ein Würfel a^3 , so ergibt sich auf diese zweite Weise als³ Volumen eines Moleküls $\frac{a^3}{n}$. Es ist also $\frac{V}{N} = \frac{a^3}{n}$ somit $a = \sqrt[3]{\frac{Vn}{N}}$.

An einer kleinen Reihe von Substanzen ist das Ziel, ein auch in seinen quantitativen Verhält-

nissen richtiges Bild von der Lagerung der Kristallgitterteilchen zu entwerfen, den Bemühungen von W. H. und W. L. Bragg gelungen. Den Lesern dieser Wochenschrift ist ein Teil der wundervollen Ergebnisse dieser Untersuchungen durch Erörterungen von A. Sommerfeld bekannt geworden. Sei es gestattet, die dort dargebotenen figürlichen Veranschaulichungen und Betrachtungen noch etwas auszudehnen durch die Schilderung einiger anderer Strukturbilder, die von Interesse sind. Sie mögen hier, ohne das vielleicht beschwerliche Rüstzeug der Kristallographie umzutun, in Betracht gezogen werden. In dem Sinne sei gewissermaßen mehr von rein künstlerischem Standpunkte aus auf einige Charakterzüge der Figuren hingewiesen. Das reicht hier aus, einen Einblick zu gewinnen in die merkwürdige Regelmäßigkeit der von der Natur zierlichst zusammengestellten Muster. Die einfachste bislang bekannt gewordene Architektur zeigt das Kupfer. Es besitzt einen Elementarkörper mit den Cu-Teilchen an den Ecken und in den Flächenmitten eines Würfels von $3,6 \cdot 10^{-8}$ cm Kantenlänge (Fig. 18). Der Bau aufeinander folgender Würfebenen ist ohne weiteres aus der Figur zu erkennen.

Das Braggsche Steinsalzmodell zeigt Fig. 19. Danach lagern die Na-Atome in den Ecken und Flächenmitten eines Würfels, die Cl-Atome in dessen Zentrum und auf den Kantenmitten. In einer der Außenfläche des würflichen Kristallgebäudes parallelen Ebene gruppieren sich die Metall- und Chloratome, wie es in Fig. 20 a Kreis und Punkt sinnbildlich dartun. Die benachbarte Atomtafel Fig. 20 b führt das nämliche Bild in Wechselart der Komponentenstellung vor, und so folgen nun in rhythmischem Spiel diese zwei Sorten von Ebenen in gleichen Abständen aufeinander und bringen in unzähliger Wiederholung den Kristallkörper zum makroskopischen Erscheinen.

Liegen ersichtlich in jeder Würfebene des Steinsalzes, wie sie in Fig. 20 a und b dargestellt sind, sowohl Natrium- als auch Chloratome, und zwar in der Art nämlich, daß immer ein Natriumatom den Mittelpunkt eines über Eck gestellten Chlorquadrates ist und umgekehrt, so gibt es, wie noch vermerkt sei und dem Leser aus Fig. 19 und 21 ersichtlich ist, im selben Gebäude aber auch Scharen paralleler Ebenen, die abwechselnd nur aus Natrium- und nur aus Chlorteilchen bestehen; sie nehmen als Oktaederflächen die Ecken des Würfels fort. In ihnen liegt jeweils ein Atom als Mittelpunkt eines regelmäßigen Sechsecks gleicher Teilchen¹⁾.

¹⁾ Die Folge gleichwertiger Ebenen parallel den Würfelflächen bringt es beim Steinsalz mit sich, daß die nach der Gleichung $n\lambda = 2d \sin \alpha$ entstehenden Spiegelungen mit $n = 1, 2, 3$ regelmäßig abnehmen. Parallel dem Oktaeder möge die Spiegelung erster Ordnung den Chlorebenen entsprechen; die im halben Abstand von diesen liegenden Natriumebenen verlöschen aber diesen Effekt fast völlig, während der für

Beim Flußspat, dem Fluorkalzium CaF_2 , fand man eine Bauart mit besonders einfachem Gepräge: einen flächenzentrierten Ca-Würfel, in welchem 8 F so angeordnet sind, daß sie im Mittelpunkt der 8 Würfelchen sitzen, in welche man die Ca-Würfel teilen kann. Auf die Art kommt es, daß die dem Würfel parallelen Wände

rakteristisch, das sich parallel dem Oktaeder aus Kalziumlagen mit je zwei Fluorschichten daneben zusammensetzt.

Ganz ähnliche architektonische Charaktere wie der Flußspat weist die Zinkblende auf (Fig. 24). Bei ihr bildet das Zink einen flächenzentrierten Würfel, seine acht Kämmerchen sind aber nur

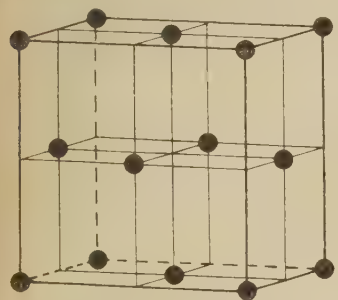


Fig. 18.
Schema des Kupferbaues.

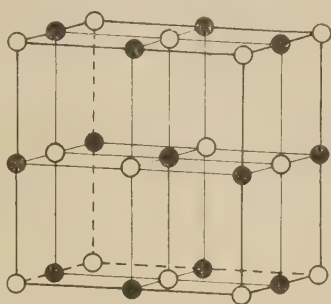


Fig. 19.
Schema des Steinsalzbaues.
Das Natrium ist durch volle,
das Chlor durch lichte Kreise
dargestellt.

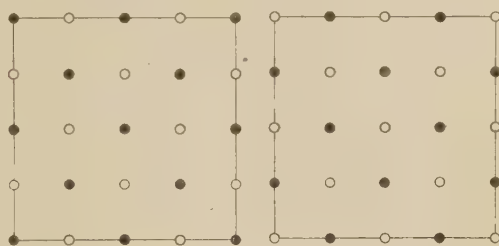


Fig. 20 a und b.
Verteilung der Natrium- und der Chloratome
in aufeinander folgenden Ebenen parallel
den Würfel Flächen eines Steinsalzkristalls.

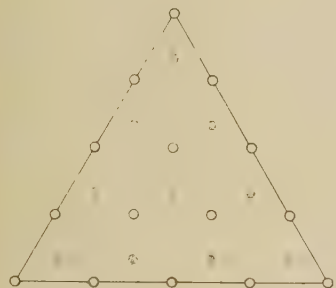


Fig. 21. Verteilung der
Natrium- und der Chloratome
in aufeinander folgenden Ebenen
parallel den Oktaederflächen
eines Steinsalzkristalls.

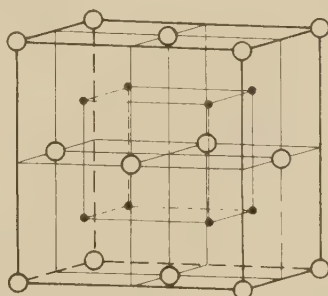


Fig. 22. Schema des
Flußspatbaues. Die Kreise
bedeuten Ca, die Punkte F.

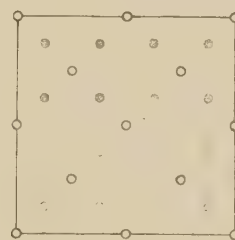


Fig. 23. Verteilung der
Kalzium- und der Fluoratome
in aufeinander folgenden Ebenen
parallel den Würfel Flächen
eines Flußspatkristalls.

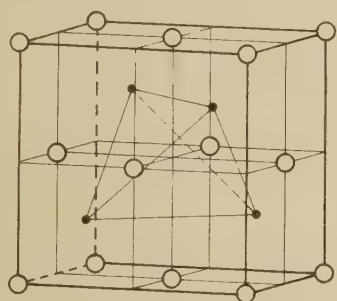


Fig. 24. Schema des Zinkblendebaues.
Die Zn-Atome sind durch Kreise, die
S-Atome durch Punkte dargestellt.

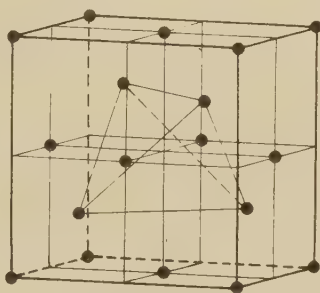


Fig. 25.
Schema des Diamantbaues.

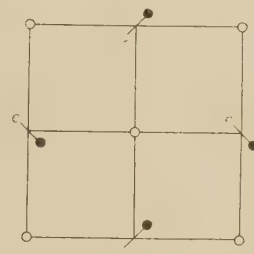


Fig. 26.
Schwefeldoppelatome
im Eisenkiesbau.

des Gebäudes abwechselnd nur aus Kalzium- und nur aus Fluorteilen bestehen, und diese Gesondertheit in Metall- und Halogentafeln ist auch für die oktaedrischen Flächen des Spatgebäudes cha-

$2\lambda = 2d \sin \alpha$ verstärkt wird. Es ist also hier das „Spektrum“ 1. Ordnung schwach entwickelt. Beim Chlorkalzium, dessen K- und Cl-Ebenen fast gleiches Atomgewicht haben, fehlt es völlig.

abwechselnd in ihrer Mitte durch ein Schwefelatom besetzt. Es wechseln parallel den Würfel- und Oktaederflächen die Atomarten in reinen Zn- und S-Ebenen, und zwar ist der Rhythmus im Bau nach den Oktaederflächen dadurch gekennzeichnet, daß von den zwei Lagen neben den Metallplatten im Vergleich zum Flußspat jeweils nur eine eingeschaltet ist, so daß also ungleiche

Abstände zwischen den S- und Zn-Wänden bestehen.

Von derselben Architektur erwies sich der Diamant: in der Tat, ersetzt man im Zinkblendeschema sowohl Zn als auch S durch C, so ist das Strukturbild dieses edlen Stoffes gegeben. Vorausgesetzt, daß die C-Atome in den Ebenen parallel zum Oktaeder gleich beschaffen sind, fällt die bei Zinkblende auffällige polare Anordnung fort.

Derartige Beziehungen zwischen der Bauart des einen zu der eines anderen Stoffes erleichtern den Überblick beträchtlich. Wenngleich ein wenig versteckter, sind solche Analogien unter den untersuchten Substanzen auch zwischen Steinsalz und dem Eisenkies (FeS_2) vorhanden. Schon W. H. und W. L. Bragg machten darauf aufmerksam, daß man die Architektur des Kieses erhält, wenn man im Steinsalzbau (Fig. 19) das Natrium durch Eisen und das Chlor durch zwei Schwefel in der Weise ersetzt, daß diese in gleichem Abstände von dem Sitz des Chlors nahe beieinander zentrosymmetrisch nach bestimmter Weise in Richtung der Würfeldiagonale angeordnet werden (Fig. 26).

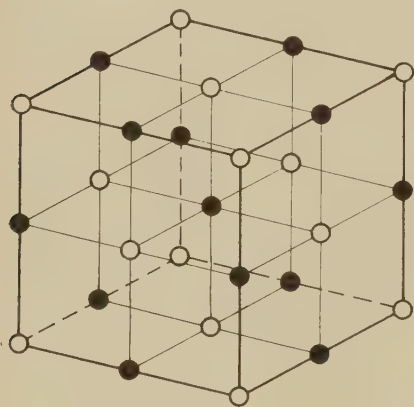


Fig. 27 a. Bauart des Kalkspats CaCO_3 .
Ca als Kreise, C als Punkte.
 O_3 ist fortgelassen.



Fig. 27 b. Gruppierung
der 3 O um C
des Kalkspats.

Selbst Bauarten, die sich so wesentlich in der Symmetrie unterscheiden wie die des Steinsalzes, des Kalkspats und des Korunds lassen Verwandtschaften erkennen: Die Häuysche Primitivform des Kalkspats, das Rhomboeder von $105^\circ 5'$ Kantenwinkel nämlich, kann als eine Verzerrung des 90-gradigen Würfels aufgefaßt werden. Würde man dies beim Punktsystem des Steinsalzes ausführen, so wäre in der Tat der Grundtypus der Kalkspatarchitektur vorhanden, wenn man für alle Na-Teile solche aus Ca und für die Cl-Atome solche aus C setzt (Fig. 27). Es fehlen noch die drei O der Formel CaCO_3 . Sie gruppieren sich um den Kohlenstoff, der an Stelle des Cl vom Steinsalz sitzt, ähnlich wie es der Schwefel des Pyrits tut, nur hier in dreizähliger Art in Ebenen

senkrecht zur Hauptbaurichtung des Kalkspats herum (Fig. 27 b).

Andererseits gelangt man zum Modell des Korunds (Fig. 28), wenn im nur schwach deformierten Steinsalzwürfel alle Cl-Stellen unbesetzt bleiben, für Natrium ein Doppelatom Al_2 in der Weise angebracht wird, daß die beiden Al hantelartig mit der Längsrichtung parallel der Deformationsachse angeordnet werden und wenn die O-Atome wie beim Kalkspat ihren Platz finden ¹⁾.

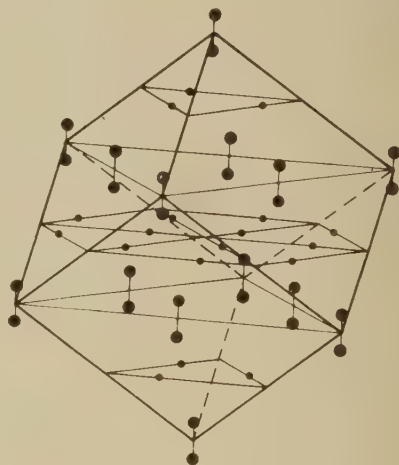


Fig. 28. Etwaige Bauart des Korunds (Al_2O_3). Große Punkte: Al, kleine Punkte: O.

Wie es oben für die wichtigen Ebenen der Kristallbauten des Steinsalzes und Flußspats, gewissermaßen also bezüglich der Wände, welche die Zellen des Bauwerks teilen, geschehen ist, so lassen sich in den architektonischen Modellen dieser und anderer Stoffe auch charakteristische durchgehende Baulinien leicht auffinden, die ein Atom mit seinem Nachbarn verbinden. Schon die benutzten Schemata zeigen, wie z. B. beim Steinsalz (Fig. 20) Achsenrichtungen des Würfels heraustreten, auf denen wie aneinander gereiht Me-

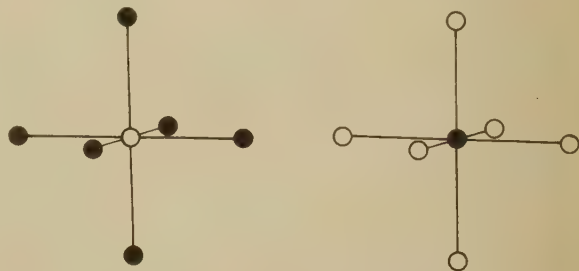


Fig. 29 a und b. Achsiale Anordnung der Natrium- und der Chloratome in einem Steinsalzkristall.

tallatome mit Chlorteilchen wechseln, während in den diagonalen Linienzügen der Fig. 20 Schnüre lediglich aus Natrium- oder nur aus Chloratomen sich erstrecken.

¹⁾ Vielleicht wahrscheinlicher ist die auch von Bragg erwähnte Anordnung, bei der die Schwerpunkte von Al_2 in der dem Cl entsprechenden Ebene liegen.

Schließlich kann man die Atomvereinigungen auch räumlich nach Achsen übersichtlich ordnen. Ohne weiteres tritt es z. B. am Steinsalzmodell gleichwie in den Teilfiguren 29 a und b heraus, wie ein jedes Chlorteilchen achsial von sechs Chloratomen umgeben ist in der Form, als sei ersteres das Zentrum und seien letztere die Markierungen der Ecken eines regulären Oktaeders, und wie andererseits das nämliche Strukturbild vice versa zutrifft, wenn man von einem Chlor als Mittelpunkt der kleinen Welt ausgeht. Beim Flußspat kennzeichnet sich die Umgebung eines Ca-Atoms durch 8 F wie in Fig. 30 a und die des F durch 4 Ca wie in Fig. 30 b.

Alles das sind Erscheinungen zierlichster Art, im künstlerischen Effekt ähnlich den Haeckelschen organischen „Kunstformen der Natur“.

5.

Ihren wissenschaftlich-kristallographischen Ausdruck finden die besprochenen Verhältnisse außer in der mathematischen Kennzeichnung in der strukturellen Formel, die offenbar in den vorliegenden Raumfiguren zum Ausdruck kommt.

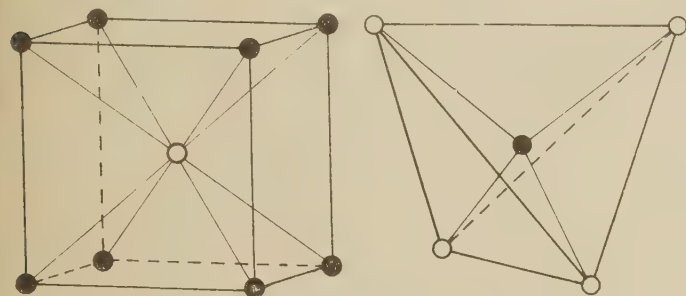


Fig. 30 a und b. Verknüpfung der Ca- bzw. F-Atome im Flußspatbau.

Mit aller Deutlichkeit erscheint hier die Kristallographie als Strukturchemie. Alte Darlegungen von *Schrauf* und von *Tschermak* kommen zu neuen Ehren. Die Achsen des Kristallgebäudes, seine Flächen und dreidimensionalen Verbände stehen in engster Beziehung zur chemischen Verkettung. Formeltypus und Kristallbau müssen miteinander harmonieren¹⁾. Zur richtigen Würdigung dieser bereits von *Liebermann* und *Nernst* in ihrer allgemeinen Bedeutung herausgehobenen Umstände wird man mit *P. Niggli* allerdings bedenken müssen, daß die Erforschung der Kristallstruktur auch bei Anwendung des feinfühligsten Mittels der Röntgenstrahlen gewissermaßen nur bis zu einer

¹⁾ Eine besondere Rolle spielt natürlich die Oberfläche des Kristallgebäudes. Dort ragen gewissermaßen chemische Kräfte ungesättigt in den Raum. Im engen Zusammenhange damit steht das Bestreben der kristallinen Materie, neue Substanz auf sich niederzuschlagen: der Wachstumsvorgang stellt sich als ein Absättigen chemischer Bindungskräfte der Oberfläche dar, ein Ereignis, das sich immerfort erneuern muß, so oft es sich auch vollzieht.

Etappe gekommen ist. Ganz entsprechend der harmonisierenden Größenordnung der Röntgenstrahlpulse und der Atomabstände ist man bei den bislang untersuchten einfach aufgebauten Stoffen zur Kenntnis der Atomlagerung gelangt. Es ist aber möglich, daß unser neues Mittel in anderen Fällen nur Atomkomplexe herausfühlt und dann so wenig auf die noch feinere atomistische Architektur abgestimmt ist, wie es in keinem Fall das noch sehr viel innigere Gefüge der Atome selber erschließt, deren angenommener Bau aus einem Atomkern und aus Elektronen den Röntgenstrahlen gegenüber ein Kontinuum ist wie das Atomaggregat für das gewöhnliche Licht. Das macht die schon recht enge Nachbarschaft mancher durch den Laueversuch noch einzeln erkennbarer Atomkomplexe wahrscheinlich, so des Doppelatoms S_2 im Pyrit und des Radikals CO_3 im Kalkspat, der Al_2 - und der O_3 -Anordnung beim Korund, die als Baugruppen im Sinne von *P. Niggli* strukturell ein Atom vertreten. Aber

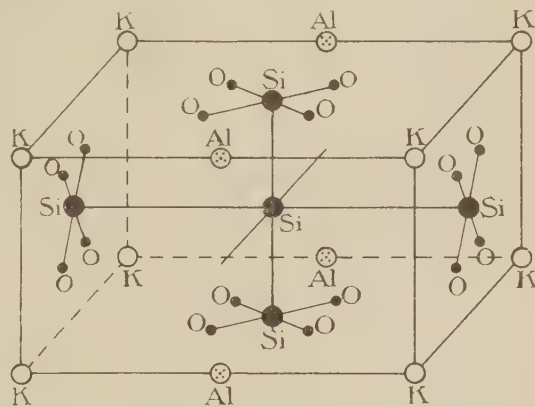


Fig. 31. Strukturchemisches Schema des Kaliumfeldspats.

Dimensionen des Elementarkörpers:
 $5,3 \cdot 10^{-8} : 8,0 \cdot 10^{-8} : 4,5 \cdot 10^{-8}$ cm.

auch dieses selber ist ja im strengeren Sinne noch eine Gruppe von Bauelementen. Ein deutlicher Hinweis auf den komplexen Charakter der Atome tritt schon beim Röntgenversuch heraus, insofern, wie *Schönflies* und *Johnsen* betonten, den Atomen nicht immer eine beliebige Gestalt, sondern, wo sie in spezieller Lage im Raumgitter sich befinden, eine bestimmte Mindestsymmetrie zugeschrieben werden muß. Sonst ließen sich z. B. die Verschiedenheiten der Symmetrie, wie sie NaCl und KCl als Kristall trotz der gleichen Struktur (Fig. 18 und 19 kennzeichnen beide) aufweisen¹⁾, nicht erklären.

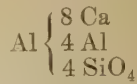
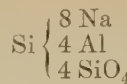
Es ist Sache der ferneren Erfahrung, zu sehen, wie weit man mit dem neuen, herrlichen Werkzeuge, das *M. v. Laue* den Naturkundigen dargereicht hat, bei der Untersuchung des Mikrokosmos der verschiedenen chemischen organischen und anorganischen Gruppen gelangt. Natürlich

¹⁾ Ein NaCl-Kristall hat 9 Symmetrieebenen, KCl keine einzige.

wird man es nicht gern mechanisch; schematisch Fall auf Fall untersuchend, benutzen, lieber vielmehr die Ergebnisse des Röntgenversuchs als Kontrolle der Ideen verwenden, die sich in Anschauung mancher anderer Hinweise einstellen. Geben doch schon die Umstände der Kristallgestalt, der Kohäsion, der chemische Formeltypus und die chemischen Verwandtschaftsverhältnisse Andeutungen der jeweils vorliegenden Kristallstruktur.

Sei es in der Hinsicht gestattet, an dieser Stelle die in der Gesteinswelt so bedeutsame Gruppe der Feldspate kristallstrukturell in Erwägung zu ziehen. Sie gehören zum Teil einem „monoklinen“ Bau an, zum Teil seiner Deformation, der „triklinen“ Syngonie, zeichnen sich durch sehr deutliche Spaltung nach zwei Flächen aus und führen die Formel KAlSi_3O_8 ; $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$; $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. Das Vermögen des Na-Feldspats und Ca-Feldspats, sich in chemischer Mischung

Ebene lassen sich hiernach ihre strukturechemischen Formeln folgendermaßen schreiben:



Kaliumfeldspat

Natriumfeldspat

Kalziumfeldspat

Es könnte zwar scheinen, als entsprächen Komplexe dieser Art nicht den einfachen chemischen Verhältnissen, da z. B. in der Formel des Natronfeldspats $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ nur ein Na vorhanden ist, während im Modell deren acht verwandt sind. Man muß in der Hinsicht indes bedenken, daß der in der Fig. 32 dargestellte Elementarkörper für sich keinen chemisch analysierbaren Kristall bildet, sondern erst in unendlicher Wiederholung mit anderen chemischen Gruppen sich zusammenschließt. So kommt es, daß jedes Natrium an einer Ecke des Parallelepipeds zufolge der sich allseitig fortsetzenden Struktur zu 8 aneinander stoßenden Zellen

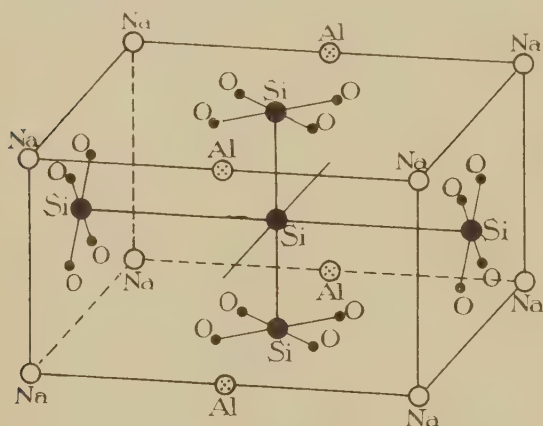


Fig. 32. Strukturchemisches Schema des Natriumfeldspats.

Dimensionen des Elementarkörpers:
 $5,1 \cdot 10^{-8}$; $8,0 \cdot 10^{-8}$; $4,5 \cdot 10^{-8}$ cm.

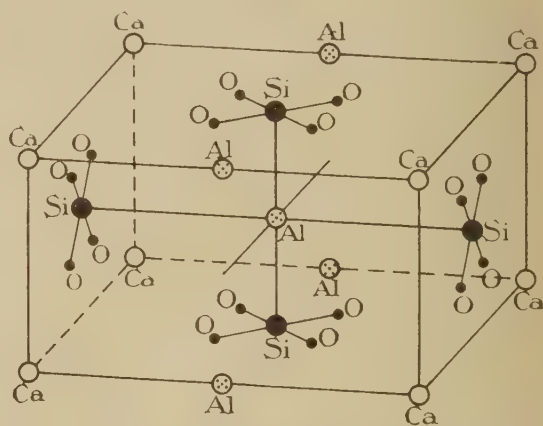


Fig. 33. Strukturchemisches Schema des Kalziumfeldspats.

Dimensionen des Elementarkörpers:
 $5,1 \cdot 10^{-8}$; $8,0 \cdot 10^{-8}$; $4,5 \cdot 10^{-8}$ cm.

in beliebiger Konzentration zu vertreten, weist darauf hin, einen allen dreien gemeinsamen Typus der stofflichen Formel aufzustellen, der dann auch der Kristallstruktur gerecht werden muß, die im monoklinen und triklinen System keinen Wirtelbau nach der Dreizahl, sondern nur Zweizähligkeit bezüglich einer Achse oder eines Zentrums kennt. So ist also der chemische Komplex Si_3O_8 als trigyrische Baugruppe, wie schon P. Niggli erwähnte, ausgeschlossen. Es ergeben sich vielmehr als wahrscheinliche chemische Formeln und zugleich als Schlüssel der Kristallstruktur die Symbole $\text{KAlSi}(\text{SiO}_4)_2$; $\text{NaAlSi}(\text{SiO}_4)_2$; $\text{CaAlAl}(\text{SiO}_4)_2$.

Dementsprechend läßt sich, Änderung im Sinne komplexerer Gruppierung vorbehalten, der Kalifeldspat unter dem Einfluß dieser Überlegung vielleicht, wie Fig. 31 geschehen, und der Natrium- bzw. Kalziumfeldspat wie Fig. 32/33, aufbauen, die somit den Versuch eines vorläufigen strukturchemischen Schlüssels der in Rede stehenden Minerale darstellen mögen. In der

gehört, daß somit für den einzelnen Elementarkörper von den 8 Na nur $8 \cdot \frac{1}{8} = 1$ Na in Betracht kommt, gleichwie die 4 Al als $4 \cdot \frac{1}{4} = 1$ Al bedeuten und die 4 SiO_4 als $4 \cdot \frac{1}{2} \text{SiO}_4$ nur zweimal zählen. Voll zu rechnen ist das Si im Mittelpunkt des Elementargebäudes. Es hat eine Stellung für sich, die es befähigt, den Platz mit Al des isomorphen Kalkfeldspats zu tauschen, der im übrigen 8 Ca an Stelle der 8 Na führt. Der Isomorphismus von $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ und $\text{CaAlAlSi}_2\text{O}_8$ wird in dieser Weise recht anschaulich versinnbildlicht, nicht minder der physikalisch wichtige Umstand der Blättrigkeit parallel der oberen und den seitlichen Flächen des Elementarparallelepipeds, die eine reiche Atompäckung tragen, wie man es von Spaltflächen annimmt, sowie die Wichtigkeit sonstiger kristallographisch bedeutsamer Ebenen.

Gewissermaßen ungünstig weg kommen bei solchen Überlegungen die Annahmen über die Art der Säuren, deren Salzderivate in den mineralischen Silikaten vorliegen sollen, und

deren Natur zu ergründen man sich in manchen Überlegungen bemühte. Als bedeutsamstes Ziel all solcher Erörterungen kann nicht mehr gelten, ausfindig zu machen, in welche Formeltypen der Gesamtbestand von SiO_2 und Base sich gliedern läßt, sondern welches die Baugruppen des kristallinen Körpers sind und in welcher Form sie sich strukturell zueinander gesellt haben. Wie die Erörterungen von *Ewald* und von *Born* zunächst in allgemeiner Weise dargetan haben, ist damit eine Grundlage geschaffen zur Erklärung und Berechnung der physikalischen Eigenschaften kristalliner Materie. Ein zweites, noch fernes Ziel ist es, auch die chemischen Verhältnisse aus den stofflichen Umständen der aufbauenden Teilchen und aus ihrer gegenseitigen Lagerung zu entwickeln. Zunächst ist in dieser Hinsicht die allgemeine Frage dem Experiment zugänglich geworden, ob die Dissoziation der im gasigen und flüssigen Zustande der Stoffe bestehenden Moleküle im Kristall bis zu den Atomen geht: die bislang noch nicht weite Erfahrung hat gezeigt, daß ein architektonisches Gruppenbilden bestimmter Atome auch im Kristallbau nicht zu verkennen ist. Es tritt das in der Fig. 26 mit ihren Doppelatomen S_2 des Eisenkieses deutlich heraus; in der Fig. 28 des Korunds stellen sich Doppelatome Al_2 und Tripelatome O_3 vor; beim Kalkspat (Fig. 27) findet man CO_3 -Ionen (wie *A. Johnsen* betonte). Beim Nichtelektrolyten Korund ist die Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß volle Moleküle Al_2O_3 die alleinigen Baugruppen sind.

*Institut für Mineralogie und Petrographie
der Universität Leipzig, 8. Februar 1916.*

Die Sehorgane am Mantelrande der Kammuscheln.

Von Prof. Dr. Richard Hesse, Bonn.

„Dies Auge gehört, wie mir scheinen will, zu den merkwürdigsten Objekten, die wir haben. Es ist so wunderbar entfaltet und dabei doch so einfach, daß man auf Schnitten über jede Zelle, jeden Nerv glaubt Rechenschaft geben zu können; aber — *wieviel Mühe wird erforderlich, bis man wirklich den ganzen Bau dieses Kubikmillimeters erfaßt hat!*“ Mit diesen vorausschauenden Worten schloß vor mehr als 50 Jahren *Viktor Hensen* seine grundlegenden Untersuchungen über das Pectenauge. Ihm folgten bis in die neueste Zeit viele, die sich um die Erkenntnis dieses Organes abmühten: *Bütschli*, *Patten*, *Rawitz*, *Carrière*, *Schreiner*, *Rogers*, *Hesse*, *Schneider*, *Hyde*, *Dakin* — und noch immer sind nicht alle seine Rätsel gelöst. Wenn jetzt wiederum ein Buch¹⁾ von 312 Seiten, mit 8 Tafeln, nur diesen Augen gewidmet ist, so sehen wir aus den Darlegungen des Verfassers, wieviel Arbeit schon geleistet,

wieviel Aufklärung geschaffen ist; wir bekommen durch diese Untersuchungen auch wichtige neue Aufschlüsse; aber eine restlose Beantwortung der auftauchenden Fragen ist auch noch nicht gegeben.

Dem Verfasser liegt es auch ferne, einen solchen Anschein erwecken zu wollen; er selbst bezeichnet ja seine Arbeit als „Beiträge“. Zwei Aufgaben hat er herausgegriffen, und gerade die schwierigsten: die Beschaffenheit der distalen, der Linse zunächst liegenden Zellschicht der Retina (Fig. 1, 4) und ihre Verbindung mit dem distalen Nervenast (3), und zweitens die Entwicklung des Auges.

Daß die distale Zellenlage der Retina (4) wie die proximale (5) aus Sinneszellen bestehe und ihre Zellen mit dem distalen der beiden zum

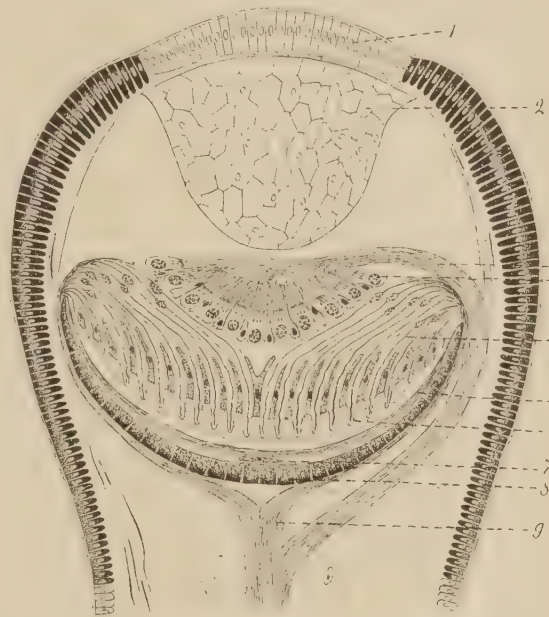


Fig. 1. Schema des Pectenauges, nach *K pfer*, ein wenig abgeändert. 1 Cornea; 2 Linse; 3 distaler Ast des Sehnervens; 4 distale Sehzellenschicht; 5 Schicht der proximalen Sehzellen mit Stäbchen 5', jede von einer Neurofibrille durchzogen; 6 Tapetum; 7 Tapetumzelle (von *K pfer* weder gezeichnet noch erwähnt); 8 Pigmentzellschicht; 9 proximaler Ast des Sehnervens.

Auge führenden Sehnerven ste (3) zusammenhängen, damit ist *K pfer* mit den letzten Untersuchern der Organe einig. Seine Vorgänger hatten diesen Zusammenhang der Sehzellen mit den Nervenfasern nicht unmittelbar beobachten können und nur eine Vermutung aufgestellt, wie er wohl zustande kommen könne (Fig. 2 b). *K pfer* dagegen bietet eine Deutung des mikroskopischen Bildes, die eine sehr wahrscheinliche Lösung darstellt (Fig. 2 a), nämlich daß die im Zellfortsatz der „B rstenzellen“ (= distalen Sehzellen) verlaufenden Fibrillen nicht frei enden, sondern distal unmittelbar in die Fäserchen der Sehnervenfaser (1)  bergehen. Die „B rstenzellen“ wären demnach invertierte, d. h. mit ihrem freien Ende dem Licht abgewandte Sehzellen, wie

¹⁾ *Max K pfer*, Die Sehorgane am Mantelrande der Pectenarten. Entwicklungsgeschichtliche und neurohistologische Beiträge mit anschließenden vergleichend-anatomischen Betrachtungen. Jena, Gustav Fischer, 1916. V, 312 S., 18 Abbild. und 8 Taf. Preis M. 20,—.

die Zellen der proximalen Lage — während *Hesse* und *Dakin* annahmen, daß die beiden Zelllagen der Retina ungleich gerichtet seien. Die Nerven-fibrillen endigen in der distalen Sehzelle gleichsam in einem inneren Stiftchensaum (Fig. 2 a, b), wie ein solcher, freilich in anderer Anordnung, in den Sehzellen bei der Muschel *Arca noae* und dem Ringelwurm *Branchioma* vorhanden sind. Wenn etwas die einleuchtenden Ergebnisse seiner Untersuchung noch einer Bestätigung von anderer Seite bedürftig erscheinen läßt, so ist es der Umstand, daß die Sehzellen der distalen Lage in der Gestalt, wie er sie auffaßt, etwas Neuartiges, sonst noch nicht Gefundenes im Aufbau der Sehorgane überhaupt darstellen. Es soll durchaus nicht gesagt sein, daß dadurch die Auffassung *Küpfers* unwahrscheinlich würde. Untersuchungen an Sehorganen haben schon so viele Bereicherungen der hergebrachten Ansichten gebracht, daß wir auf weitere Überraschungen gut vorbereitet sind.

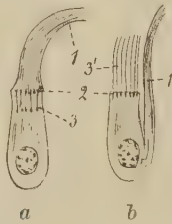


Fig. 2. Distale Sehzelle des Pectenauges, *a* nach der Auffassung von *Küpfer*, *b* nach der Annahme von *Hesse* und *Dakin*. 1 Nervenfortsatz der Sehzelle; 2 Basalkörperchen; 3 rezipierende Apparate in *a* als „innerer Stiftchensaum“, in *b* als Bürste frei endigender Fibrillen.

Die Entwicklung der Sehorgane bei Pecten ist nicht leicht zu erforschen, da die jungen Anlagen wegen des späten Auftretens von Farbstoff in ihnen schwer aufzufinden sind. Die frühesten Andeutungen sind knopf- oder zapfenartige Erhebungen auf der augentragenden Falte des Mantelrands. Da nicht alle Augen gleichzeitig angelegt werden, findet man die jungen Anlagen neben schon weiter ausgebildeten, beim jungen Tier vor allem an den dem Schlosse benachbarten Teilen des Mantelrands, wo mit der Lupe Augen noch nicht wahrnehmbar sind. Dort findet *Küpfer* im Bindegewebe Zellnester an einer Stelle, wo sich eine Grenze zwischen Papillenepithel und Bindegewebe nicht nachweisen läßt. Er nimmt an, daß diese Zellen aus der Epidermis ausgewandert sind; eine Einstülpung ist nicht nachweisbar. Die Zellen dieser Nester bilden die Anlage der Retina. Dagegen stammen Linse, Tapetum und innere Pigmentzellschicht (vgl. Fig. 1, 2, 6, 8) von Zellen, die von Anfang an ihren Sitz im Mesoderm (Bindegewebe) haben. Bei der Schwierigkeit der Untersuchung, die der Berichterstatter aus Erfahrung kennt, dürfte hier noch nicht das letzte Wort gesprochen sein. Wenn Verfasser anzudeuten scheint, daß das Tapetum aus einer Zellenlage hervorgeht, so steht das nicht im Einklang mit der sicheren Tatsache,

daß im fertigen Auge eine große, becherförmige Tapetumzelle vorhanden ist, die auf ihrer konvexen Fläche das faserige Tapetum trägt (Fig. 1, 7). — Eingehend schildert *Küpfer* die Umorientierung der Sehorgane durch Drehung ihrer Achse, die er auf die jeweilige physiologische oder biologische Orientierung der Muscheln zurückzuführen sucht — es würde hier zu weit führen, ihm dabei zu folgen.

Die sehr sorgfältige und gewissenhafte Arbeit bietet noch mancherlei anatomische und histologische Aufschlüsse im einzelnen und schließt mit einer ausführlichen vergleichend-anatomischen Betrachtung über die Sehorgane bei Muscheln.

Die sozialen Aufgaben der Säuglingsfürsorge.

Von Prof. Dr. A. Grotjahn, Berlin.

Über die große soziale Bedeutung der Erkrankungen, die dem Säuglingsalter eigentümlich sind, ist kein Zweifel möglich. Ist doch schon die absolute Zahl der Säuglingstodesfälle sehr groß, und rechnet man gar die im Alter bis zum fünften Jahre verstorbenen Kinder hinzu, so gelangt man zu dem betäubenden Ergebnis, daß auch jetzt noch ein Viertel aller Kinder im zarten Alter dahingerafft werden, eine ungeheure Verschwendung von Volkskraft und Volksvermögen, die wir schon angesichts der Folgen des Weltkrieges, dessen Zeugen wir sind, nicht mit Gleichgültigkeit hinnehmen dürfen.

Zu der Säuglingssterblichkeit im allgemeinen tragen natürlich die verschiedensten Todesursachen bei. Aber bezeichnend ist für alle Krankheiten dieser Altersstufe, daß es keine an sich noch so leichte Erkrankung gibt, die nicht bei mangelhafter Pflege und unter ungünstigen äußeren Verhältnissen beim Säugling zum tödlichen Ausgang führen könnte, und umgekehrt auch gefährliche Krankheiten unter günstigen Pflegeverhältnissen ohne nachbleibende Schädigungen vom Säugling auffallend schnell überwunden werden.

Keine der Todesursachen ist aber von solchem Einfluß auf die Gesamtsterblichkeit der Säuglinge wie die Magen- und Darmleiden infolge unzweckmäßiger Ernährung. Die Verdauungsstörungen sind für die Sterblichkeit der Säuglinge ausschlaggebend. Wo diese groß ist, sind jene verbreitet und umgekehrt. Unter den Säuglingen selbst sind wieder jene am meisten gefährdet, die mit Flaschenmilch großgezogen werden. Da diese gegenwärtig einen großen Bruchteil der Säuglinge überhaupt ausmachen, so bestimmt die Sterblichkeit der Flaschenkinder an Magendarm-erkrankungen die bekannten Schwankungen der Säuglingssterblichkeit im allgemeinen. Vor allen Dingen sind sie die Hauptursache des sogenannten Sommergipfels dieser Sterblichkeit.

Der Angelpunkt der Säuglingsfrage liegt also in der Ernährung. Zurzeit wird ein stets wachsender Bruchteil der Säuglinge mit Flasche und Tiermilch aufgezogen. Unter den Autoren sind die Meinungen noch geteilt, ob an dieser Vernachlässigung des Stillgeschäfts vorwiegend physiologische Untauglichkeit oder andere Gründe, wie Bequemlichkeit, Zwang zur Arbeit usw. die Schuld tragen. Jedenfalls sind beide Faktoren beteiligt.

Die Muttermilch läßt sich nach den bisherigen Erfahrungen nicht vollständig durch andere Tiermilch ersetzen, da die Milcharten je nach der Gattung der Muttertiere sehr voneinander abweichen. Zwar versuchen wir durch Verdünnung der Kuhmilch und Beimischungen eine Flüssigkeit herzustellen, die der natürlichen Frauenmilch möglichst nahekommt. Aber in wie unvollkommenem Maße das bisher gelungen ist, geht schon daraus hervor, daß bisher über keine der vielen Mischungen eindeutige günstige Beobachtungen vorliegen.

Die Ursachen des Nichtstillens sind: 1. die physiologische Unfähigkeit der Frau; 2. persönliche Vorurteile der Mütter, daß das Stillen ihnen schade oder sie entstelle, oder daß das Kind nicht satt werde usw.; 3. die Behinderung durch wirtschaftliche Umstände, die die Mutter, wie bei den unehelichen Säuglingen, ganz oder wie bei den Fabrikarbeiterinnen für einen großen Teil des Tages vom Kinde trennen. Es ist nicht leicht zu bestimmen, wie diese drei Ursachengruppen untereinander abzugrenzen sind. Aber wenn auch zugegeben werden muß, daß ein Drittel der Frauen nicht stillfähig ist, so ist andererseits doch nicht zu leugnen, daß dieser Bruchteil überboten wird von denen, die nicht stillen wollen, und der Stillwille noch immer im Abnehmen zu sein scheint.

Sollte die Kinderheilkunde bei ihrem jetzigen Lehrsatz bleiben, daß die Brustnahrung der gesunden Mutter unter allen Umständen der künstlichen Nahrung vorzuziehen ist, so müssen wir allerdings auch die Folgerungen ziehen und dürfen nicht mehr der Mutter die Freiheit lassen, ihrem Kinde ohne stichhaltigen Grund die Brust zu versagen. Wir müssen dem Kinde das Recht auf Muttermilch einräumen und ihm nötigenfalls dieses Recht mit Hilfe des Staatsanwalts wahren. Andererseits kann aber das Selbststillen nur dann als allgemein verbindliche sittliche Forderung erhoben werden, wenn gleichzeitig dafür Sorge getragen wird, daß nicht in gewissen Bevölkerungsschichten die Ausübung dieser Pflicht durch wirtschaftliche Gründe unmöglich gemacht oder doch sehr erschwert wird. Vor allen Dingen gilt es, die *Erwerbsarbeit der Schwangeren und Mütter* auf das durch die besonderen Umstände der Mutterschaft gebotene Maß zurückzuführen.

Eine weitgehende Einbeziehung der Frauen, und zwar der verheirateten Frauen in eine außerhäusliche berufliche Tätigkeit kann unmöglich auf die Dauer ohne tiefgreifende Wirkung auf die weiblichen Leistungen der Gebärd-, Still- und Auf-

zuchtstätigkeit bleiben. Angesichts der offenbar zunehmenden Tendenz dieser Art Frauenarbeit können unmöglich die gesetzgebenden Faktoren in der ablehnenden Haltung gegenüber eingreifen, den gesetzgeberischen Maßnahmen zum Schutze der Mütter und zur Behütung von ihrer Kräfteausgabe an falscher Stelle noch länger verharren, ohne daß unwiederbringlicher Schaden angerichtet wird.

Selbst das unmittelbare Verbot der außerhäuslichen Erwerbstätigkeit der Mütter würde durch Rücksicht auf den großen Zweck sich hier durchaus rechtfertigen lassen. Wenn wir den Frauen der handarbeitenden Klassen eine derartige Erwerbsbeschränkung auferlegen, so müssen wir ihnen allerdings auch Ersatz für den entgangenen Lohn bieten, den sie vielleicht bitter nötig haben. Dieser Ausgleich ließe sich am besten im Rahmen einer *Mutterschaftsversicherung* gewähren.

Es mag an dieser Stelle unerörtert bleiben, ob eine eigene Mutterschaftsversicherung oder ein Einbau in das allgemeine soziale Versicherungswesen oder, wie dem Verfasser dieser Zeilen zweckmäßig erscheint, eine Verquickung mit einer *Elternschaftsversicherung*, zu deren Einführung uns die sinkende Geburtenzahl ohnehin bald nötigen dürfte, vom versicherungstechnischen Standpunkte vorzuziehen ist. Aber es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Mutterschaftsversicherung, in welcher Form auch immer sie eingeführt werden wird, eine große Zukunft hat und vorwiegend in ihrem Rahmen die Säuglingssterblichkeit wirkungsvoll und dauernd bekämpft werden kann.

Überall dort, wo aus irgendeinem stichhaltigen Grunde Muttermilch nicht gegeben werden kann, entsteht das Bedürfnis nach einer *einwandfreien künstlichen Nahrung*. Eine solche ist zu beschaffen, wenn auf die Mittel nicht gesehen zu werden braucht, aber sie ist doch so teuer, daß die große Masse der Bevölkerung auf minderwertige Milch angewiesen ist, trotzdem wir durch Beobachtung bestimmter Regeln bei der Fütterung und dem Melken der Kühe sowie bei der Behandlung der Milch nach dem Melken und auf dem Transport gegenwärtig durchaus in der Lage sind, eine einigermaßen einwandfreie Säuglingsmilch zu beschaffen, die durch zweckmäßige Beimischungen der Beschaffenheit der Muttermilch noch mehr angenähert werden kann. Es handelt sich nur darum, diese technischen Fortschritte der Allgemeinheit zugänglich zu machen. Die für die Ernährung der Säuglinge erforderliche Milch ist im Verhältnis zu der allgemein verbrauchten Milch der Menge nach so geringfügig, nämlich kaum 2 %, daß es sich sehr gut machen ließe, eine gewisse Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe lediglich in den Dienst der öffentlichen Milchabgabe zu stellen, aus der die einzelnen Bevölkerungsschichten die Säuglingsmilch nach einem Tarife beziehen könnten, der für die einzelnen

Einkommensklassen verschieden bemessen wäre und in der untersten gänzlich entfiel.

Besondere Maßnahmen sind außerdem noch bei den unehelichen Kindern erforderlich. Dazu gehören in erster Linie die Erhöhung der Alimentationspflicht durch die Einführung der behördlich organisierten *Berufs- und Sammelvormundschaft* an Stelle der schwerfälligen und ungeschickten Einzelvormundschaft und eine sorgfältige Durchbildung des *Ziehkinderwesens*. Berufsvormundschaft und Ziehkinderämter haben sich in zahlreichen Städten bereits ausgezeichnet bewährt. Es ist nur erforderlich, sie zu verallgemeinern und sie vor allen Dingen auch auf die Landgemeinden auszudehnen.

Im Laufe des letzten Jahrzehnts ist manches zur Bekämpfung der Säuglingskrankheiten geschehen, namentlich durch Einrichtung von Mütterberatungs- und Säuglingsfürsorgestellen in fast allen Groß- und Mittelstädten. Aber es wäre falsch, sich dabei zu beruhigen, denn auf die große Masse des Gesamtvolkes bezogen ist es keineswegs ausreichend. Der Hauptwert der bisherigen Einrichtungen ist ein experimenteller. Sie ermöglichen uns, die zweckmäßigsten Formen praktisch zu erproben, um diese später, was unerlässlich ist, durch Gesetzgebung und Verwaltung auf die Gesamtheit anzuwenden.

Es ist kein Zweifel, daß so, wie die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse gegenwärtig nun einmal liegen, die Brustnahrung für die Säuglinge der durchschnittlichen Bevölkerung die einzig rationelle Ernährung ist. Ist nun diese Überlegenheit der Brustnahrung *absolut* oder *nur relativ geknüpft an die leichtere Überwindung ungünstiger Verhältnisse der Umwelt* bei Brustnahrung? Das ist die Frage, die noch nicht ganz einwandfrei zugunsten der Brustnahrung beantwortet werden kann, zumal die Stimmen sich mehren, die nicht nur in der Ernährung, sondern auch in der Berberbergung des Säuglings in unlüftbaren Wohnungen eine Hauptursache der Säuglingssterblichkeit sehen. Erweist es sich als möglich, bei *allgemeiner Zugänglichkeit* bester, aus öffentlichen Milchküchen zu beziehender künstlicher Säuglingsnahrung, *allgemeinem Übergang* zum Wohnen in gut durchlüftbaren, einzelstehenden Häusern und *ausgiebiger Versorgung* des Säuglings mit mütterlicher oder gleichwertiger Pflege die künstliche Ernährung völlig gefahrlos und unbedenklich zu gestalten, so können wir nicht mehr bedingungslos die Forderung des Stillens an die Mütter richten, sondern müssen der nun doch unleugbar in der Frauenwelt vorhandenen und mit zunehmender Individualkultur anscheinend wachsenden Abneigung gegen das Stillen Rechnung tragen, indem wir nicht mehr auf die Stillpropaganda, sondern auf die allgemeine Zugänglichkeit jener hygienischen Faktoren den Nachdruck legen. Ja, man könnte dann sogar in der Abneigung der Frauen zum Stillen, die ja wegen ihres weder an Ort noch Zeit gebundenen allge-

meinen Auftretens doch immerhin eine massenpsychologisch bemerkenswerte Erscheinung ist, einen unbewußten Drang nach einem besonderen Kulturziel sehen, das in der Ersetzung einer noch an das Tierreich erinnernden, die Bewegungsfreiheit hindernden Funktion durch ein gleichwertiges künstliches Produkt dann auch anerkannt werden müßte. Sollten aber unsere Stillfanatiker — und die Spezialisten der Kinder- und Säuglingskunde sind augenblicklich fast ausnahmslos Stillfanatiker — recht behalten, daß die Brustnahrung unter allen Umständen die einzig richtige Form der Säuglingsnahrung ist, dann dürfen wir auch die Folgerung nicht scheuen, in der Versagung der Mutterbrust ohne ärztlichen Dispens ein streng zu ahndendes Vergehen gegen das Leben des Säuglings zu sehen und demgemäß strafrechtlich zu behandeln. Die Abneigung der Frauen gegen das Stillen würde dann als gemeingefährliche Autosuggestion keinerlei Berücksichtigung mehr genießen dürfen, sondern bei fehlendem ärztlichen Dispens das Einschreiten der Gesetzgebung erfordern. Hoffentlich gelingt es bald, eine völlig eindeutige Antwort auf diese Frage zu geben, die heute trotz aller Bemühungen noch nicht vorliegt.

Besprechungen.

Lipschütz, A., Allgemeine Physiologie des Todes. Die Wissenschaft Bd. 57. Einzeldarstellungen aus der Naturwissenschaft und der Technik. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1915. VIII, 184 S. und 38 Abbild. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 6,80.

Der natürliche Tod und seine Bedeutung für die Entstehung des Geschlechts als modernes Problem der Tierphysiologie ist in Heft 8 und 9 der „Naturwissenschaften“ besprochen worden. Dabei kam es im wesentlichen auf eine Darstellung und Bewertung der Protozoenarbeiten von Woodruff und Erdmann an. Eine Zusammenfassung aller mit dem Problem des Todes in Beziehung stehenden Forschungen, sowohl aus dem Gebiete der einzelligen und vielzelligen Tiere wie der Pflanzen, findet sich in der Physiologie des Todes von A. Lipschütz. Das Buch sucht mit anerkennenswerter Gründlichkeit unsere auf Grund der verschiedensten Arbeiten „vorliegenden Kenntnisse in einheitlicher Weise zusammenzuschweißen“, um dadurch „einige Anregung für die weitere wissenschaftliche Bearbeitung des Todesproblems“ zu geben. Letzteres ist dem Verfasser sicher ganz und gar geglückt. Das Buch bietet dem Forscher wie dem Laien vielseitige Anregungen und wird dadurch, daß es das Todesproblem auf breitester vergleichend-physiologischer Grundlage behandelt, manche Irrtümer beseitigen helfen, die Einseitigkeit und Mangel an kritischem Denken gerade in dieses Gebiet der Biologie hineingetragen haben. Insofern wird es seinen im Vorwort bezeichneten Aufgaben gerecht.

Das Ergebnis, zu dem der Verfasser kommt, ist in seinen Hauptpunkten — kurz skizziert — folgendes:

Der natürliche Tod, der Tod aus Altersschwäche, existiert nicht bei den Einzelligen. Diese Anschauung Weismanns soll durch die Woodruffschen Untersuchungen bestätigt worden sein. Der Tod ist erst auf einer bestimmten Entwicklungsstufe der Organismen aufge-

treten, und zwar dann, als es in der Phylogenese zu einer Differenzierung der Zellen eines vielzelligen Organismus in somatische und Fortpflanzungszellen kam. So ist z. B. ein Vertreter der Volvocineen, *Pandorina*, noch unsterblich, während sein nächster Verwandter, *Volvox*, bereits dem Tode verfallen ist. Denn bei *Pandorina* kann jedes einzelne Individuum der Kolonie Gameten bilden und so zu einer neuen Kolonie werden, bei *Volvox* hingegen sind nur verhältnismäßig wenige der Zellen fähig, eine neue Kolonie zu begründen: hier ist innerhalb des Zellverbandes eine Differenzierung in Fortpflanzungszellen und Somazellen eingetreten, von denen die ersteren potentielle Unsterblichkeit besitzen, die letzteren hingegen sterblich sind. Denn „dadurch, daß im Körper der Metazoen die Körperflüssigkeiten als eine innere Lebensbedingung zwischen Zelle und Außenwelt getreten sind, ohne daß die Geschwindigkeit der Entfernung der Stoffwechselprodukte der Geschwindigkeit ihrer Bildung entspricht, konnte ein Tod aus Altersschwäche, ein Tod als physiologische Erscheinung entstehen. Aus dem Zusammenleben der Zellen im vielzelligen Organismus resultiert der Tod aus Altersschwäche.“ Und dieser natürliche Tod muß auch dann eintreten, wenn kein von außen kommender pathologischer Reiz auf den Organismus einwirkt; denn im Alter machen sich stets in den Zellen Veränderungen bemerkbar, die sich als eine — auf Einlagerung von Pigmenten beruhende — Altersatrophie charakterisieren lassen.

Bei den Metazoen wird somit der physiologische Tod bedingt durch eine allmähliche Anhäufung und schädigende Wirkung der Stoffwechselprodukte, die teils in den Körperflüssigkeiten, teils in den Zellen selbst verbleiben. „In diesem Sinne ist also der natürliche Tod des Metazoenkörpers eine Phase des Wachstums, eine Phase seiner ontogenetischen Entwicklung.“

Auch die im Metazoenkörper entstandenen Geschlechtszellen sind an und für sich dem Tode verfallen, weil sie denselben Schädigungen durch Stoffwechselprodukte unterliegen wie die übrigen Metazoenzellen, „nur diejenigen Geschlechtszellen sind unbegrenzt teilungsfähig, die an einem Befruchtungsvorgang beteiligt gewesen sind“. So ist die Sexualität „bei den Metazoen das Mittel, das den Untergang der sonst dem Tode geweihten Zellen verhütet“. „Von diesem Gesichtspunkte aus kann man die Befruchtung, wie sie bei den Metazoen in Erscheinung tritt, zur Kopulation oder zur Konjugation, wie wir sie bei den Protisten antreffen, in Parallele setzen.“ So weit *Lipschütz*.

Sind denn aber die von *Woodruff* und *Erdmann* entdeckten Endomixisvorgänge, diese parthenogeneseartigen Prozesse bei *Paramäcium*, nicht nur eine Abart oder vielmehr eine Vorstufe zur Konjugation? Ist nicht die Konjugation der Endomixis physiologisch gleichwertig, und ist deshalb nicht in obigem, an letzter Stelle zitierten Satze Befruchtung, Konjugation und *Endomixis* in Parallele zu setzen? Vom vergleichend-physiologischen Standpunkte aus sicher! Vor dieser Parallele ist aber *Lipschütz* zurückgeschreckt, weil nämlich dann der Unterschied zwischen Einzelligen und Vielzelligen (in bezug auf den physiologischen Tod) hinfällig wird und somit die Protozoen nicht mehr als *unsterblich* gelten können, und weil dadurch der Weismannschen Theorie, deren Verfechter *Lipschütz* ist, das Todesurteil gesprochen wird. Auch die Protozoen sind dem Untergange geweiht, gleich den Geschlechtszellen der Metazoen, wenn sie nicht an einem „Be-

fruchtungsvorgang“, also einem Konjugations- oder Endomixisprozeß, beteiligt gewesen sind. Der Tod ist also eine durch den Ablauf der Lebensprozesse selbst hervorbrachte, in dem Begriff „Leben“ begründete Erscheinung und nicht eine im Laufe der Phylogenese erworbene Eigenschaft als zweckmäßige Einrichtung zur Vermeidung der Anhäufung von überflüssig gewordenen Somamassen.

Bei der Besprechung der unbegrenzten Lebensdauer der Baumpflanzen sagt *Lipschütz*: „Wir dürfen uns also nicht täuschen: auch im Lebenslauf eines potentiell unsterblichen Baumindividuums treten Zelleichen auf, wie schon jeder Laubfall uns zeigt.“ — Und eine solche *nur potentielle* Unsterblichkeit besitzen u. E. auch die Einzelligen. *Aber nicht mehr!* Denn bei jeder nach so und so vielen Generationen notwendig werdenden Kernreorganisation (sei sie nun aus einem Konjugations- oder Endomixisprozeß hervorgegangen) treten den Zelleichen der Metazoen entsprechende Materialverluste der Protistenzelle auf. Denn als einen solchen Materialverlust hat man die Beseitigung des alten Hauptkernes aufzufassen! Wir reden deshalb mit *R. Hertwig* von einem „*Partialtode*“ der Protistenzelle.

Albert Koch, Münster i. W.

Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. Zweite völlig umgearbeitete Auflage. Jena, G. Fischer, 1916. XI, 447 S. und 209 Abbild. Preis geh. M. 14.—, geb. M. 15.20.

Vor 13 Jahren hat *Küster* es unternommen, die anatomischen Verhältnisse krankhafter Bildungen im Pflanzenreich zusammenfassend darzustellen und so ein Handbuch geschaffen, das alle (zerstreuten) Forschungsergebnisse auf dem genannten Gebiet vereinigt. Daß dies eine gute Idee war, geht schon daraus hervor, daß jenes Buch äußerst befruchtend auf weitere Forschungen in der genannten Richtung gewirkt hat. Und so hat sich das Tatsachenmaterial stark vermehrt und eine neue Bearbeitung nötig gemacht. In der letzteren hat sich der Verfasser gleichzeitig bemüht, den Wünschen, welche von der Kritik bei Besprechung der ersten Auflage geäußert wurden, Rechnung zu tragen. Demgemäß hat er sich in der neuen Bearbeitung zu einer Zweiteilung entschlossen. Der erste spezielle Teil behandelt der Reihe nach die wichtigsten Krankheitsbilder der Pflanzen, soweit sie anatomisches Interesse haben. Im zweiten allgemeinen Teil schildert er die histogenetischen, entwicklungsmechanischen und ökologischen Verhältnisse der Gewebeanomalien. In diesem letzteren Teil wird insbesondere auch den auf Grund des Laboratoriumsversuches gewonnenen Erkenntnistatsachen Rechnung getragen. Der Vorteil dieser Zweiteilung ist u. a. der, daß nicht mehr — wie früher — die einzelnen pathologischen Gewebe — wie Kallus, Gallen usw. — in verschiedenen Kapiteln zu suchen sind, sondern zunächst gemeinsam behandelt werden konnten.

Die strenge Anlehnung an das aus der Zellulärpathologie *Virchows* übernommene Einteilungsschema (charakterisiert durch die Begriffe Restitution, Hypoplasie, Metaplasie, Hypertrophie und Hyperplasie) tritt in der neuen Bearbeitung mehr in den Hintergrund, offenbar weil es den im Pflanzenreich herrschenden Verhältnissen doch nicht vollkommen gerecht wird. Können doch für gewisse Typen, z. B. Metaplasie, kaum einige wenige Beispiele mit Sicherheit herangezogen werden. Der erste (spezielle) Teil zerfällt in folgende Kapitel: Panachierung (entsprechend der umfangreichen neuen

Literatur auf diesem Gebiet weit ausführlicher als in der ersten Auflage), Etiolement und verwandte Erscheinungen, hyperhydrische, d. h. durch einen Überschuß an Wasser innerhalb der Pflanze bedingte Gewebe (Lentizellen- und Rindenwucherungen, Intumescenzen), Wundgewebe und Regeneration (Kallus, Thyllen, Wundkork, Gummi und Harzbildung), Gallen (ein Auszug aus dem bekannten Buch des gleichen Verfassers, mit besonderer Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse).

Im allgemeinen Teil bildet die Histogenese der pathologischen Gewebe räumlich und sachlich den Schwerpunkt, wie denn dieser Abschnitt dem ganzen Werk den Stempel aufträgt. In ihm wird eine Analyse des Zustandekommens der pathologischen Zellen- und Gewebestrukturen gegeben und versucht, die Entwicklung derselben in Teilprozesse zu gliedern. In den meisten Fällen können quantitative und qualitative Abweichungen von der Norm unterschieden werden, je nachdem ob die Größe der Zellen und ihre Zahl oder die Gestalt der Zellen abweicht. Die einzelnen Kapitel dieses Abschnitts seien kurz dem Namen nach aufgeführt: 1. Hypoplasie (Hemmungsbildungen), 2. Umdifferenzierung oder Metaplasie (alle Änderungen des Gewebekarakters, bei welchen weder Zellenwachstum noch Zellteilung im Spiel ist, z. B. Umwandlung dünnwandiger Elemente in tracheidale u. a.), 3. Wachstumsanomalien, und zwar qualitativ, wenn sie durch eine abnorme Lokalisation des Wachstums zustande kommen (z. B. Kugelhefe), quantitativ, wenn das Volumen der Zellen über das normale hinaus sich vergrößert, z. B. Hypertrophien (Riesenzellen) sowie gleitendes Wachstum (z. B. Urophlyctisgalle an *Beta vulgaris*), 4. Teilungsanomalien; qualitativ, wenn die Art der Querwandbildung anders ist als unter normalen Verhältnissen, quantitativ, wenn die Anzahl der Zellen abnorm groß wird (Hyperplasie), z. B. vierzellige Spaltöffnungen u. a., 5. Qualität und Differenzierung der hypertrophischen Gewebeneubildungen: Hierher homöoplastische Anomalien, wenn die Zellen der abnormen Gewebe denen der normalen gleichen (z. B. die abnorm dicken Samenschalen in tauben Koniferensamen), und heteroplastische (viel häufiger), wenn die Gewebeneubildungen den normalen mehr oder weniger unähnlich sind. Bei letzteren können dann wieder unterschieden werden: kataplastische, wenn sie hinsichtlich der Differenzierung hinter den normalen zurückstehen, prosoplastische bei vorgeschrittener Differenzierung (kataplastisch Wundgewebe, prosoplastisch viele Zellenbildungen), 6. Verwachsung und Zellfusion, 7. Spaltung der Gewebe, 8. Degeneration, Nekrose, Zytolyse usw.

Es ist oft nicht ganz leicht, dem Verfasser zu folgen in der Begründung der Zurechnung pathologischer Gewebe zu dem einen oder anderen Typus.

Das Kapitel „Entwicklungsmechanik der pathologischen Gewebe“ sucht die pathologischen Gestaltungsvorgänge mit den äußeren oder inneren Bedingungen (Korrelation) in kausalen Zusammenhang zu bringen, knüpft also namentlich an experimentelle Untersuchungen an.

Ganz neu ist der Abschnitt „Ökologie der pathologischen Gewebe“, in welchem versucht wird, zu ermitteln, ob den pathologischen Geweben eine finale Bedeutung zukommt. Der Verfasser nimmt in dieser Hinsicht einen vorwiegend ablehnenden Standpunkt ein. Die wissenschaftliche (Literaturangaben, Figuren)

und technische Ausstattung des Werkes genügen den weitestgehenden Ansprüchen.

F. W. Neger, Tharandt.

Ortlepp, Karl, Monographie der Füllungserscheinungen bei Tulpenblüten. Leipzig, Osw. Weigel, 1915. VI, 267 S., 3 farbige Tafeln und 8 Textillustrationen nach der Natur von M. Asperger. Preis M. 10,—

Nach vieljähriger Arbeit berichtet Verfasser über seine Erfahrungen an gefüllten Tulpen und ihr Verhalten unter verschiedenen Kulturbedingungen und breitet sein reiches Material von Versuchsprotokollen vor uns aus. Die nachfolgend mitgeteilten Feststellungen rechne ich zu den wichtigsten Ergebnissen des Verfassers.

Die Ausbildung der Blüten ist von Generation zu Generation erheblichen Schwankungen unterworfen. Die Füllung der den Tochterzwiebeln entsprossenen Blüten unterscheidet sich von der der Mutterzwiebel; die Schwesterzwiebeln liefern ungleichartig gefüllte Blüten, indem — *caeteris paribus* — die größte Zwiebel die höchste Zahl von Blütengliedern liefert. Auch im Bau der vegetativen Teile werden solche Schwankungen beobachtet. — Der Reichtum der Füllung ist abhängig von der Ernährung: gute Ernährung fördert die reiche petaloide Entwicklung. Vor allem ist dabei die Ernährung maßgebend, die die Mutterzwiebel während der Entwicklung der Tochterzwiebel erhielt. Daneben ist aber auch einerseits die Wirkung der Behandlung der großmütterlichen Generation nachweisbar, andererseits der Einfluß der Behandlung der Zwiebel, welche diese nach Anlage der Blüte noch erfährt.

Verfasser hat ferner ermittelt, welche Stoffe bei der Düngung besonders reichlich geboten werden müssen, damit reiche Füllung eintritt. Vor allem wichtig ist Stickstoff, nächst diesem der Kalk, der durch seine bodenaufschließende Wirkung die Qualität der Blüten zu beeinflussen vermag. Ferner findet Verfasser es fördernd für die Ausbildung der Füllung, wenn die Zwiebeln im Winter nicht in der Erde bleiben, sondern, sobald das Laub zu welken beginnt, aus dem Boden genommen und trocken aufbewahrt werden. Die Erklärung für diese Erscheinung sucht Verfasser in dem Umstand, daß Zwiebeln, die in der Erde bleiben, in feuchten Jahren die Wurzeln schon entwickeln, noch bevor die Blüten angelegt werden; dadurch wird diesen viel N entzogen, und die Bedingungen für reiche Füllung werden dadurch ungünstig.

Die reiche Füllung der Blüten und das Größtenwachstum der Zwiebeln setzen verschiedene Bedingungskombinationen voraus. Enthält der Boden viel N, weniger Ca und von den anderen Nährstoffen nur geringe Mengen, so bildet sich die „petaloide Substanz“ besonders reichlich aus: die Blüten werden reich gefüllt; die Zwiebeln bleiben relativ klein. Wird neben einem genügenden Quantum von K und P noch viel Ca und namentlich N gegeben, so werden Füllung und Zwiebelgröße gleichzeitig sich gefördert zeigen.

E. Küster, Bonn.

University of California Publications in Zoology, Vol. 15, Nr. 1: Hydrographic, Plankton and Dredging records of the Scripps Institution for biological research of the University of California 1901—1912, compiled and arranged under the supervision of W. E. Ritter by Ellis L. Michael, Zoologist and administrative Assistant, George F. McEwen, Hydrographer. Berkeley, Juli 1915. pp. 1—206, 4 Fig., 1 map.

Im Juli 1914 berichtete die Universität zu Berkeley über die physikalischen Verhältnisse der Bucht von San Francisco, gerade zur rechten Zeit der dortigen Weltausstellung. Die *Naturwissenschaften* haben hierüber unter dem Titel „Die Gewässer der Bucht von San Francisco“ einen ziemlich ausführlichen Aufsatz gebracht¹⁾. Genau ein Jahr später gibt die Californische Universität wiederum einen Band ozeanographischen Inhaltes heraus, der die *biologischen und hydrographischen Arbeiten* betrifft, welche während eines Zeitraumes von rund 12 Jahren von *San Diego aus auf dem angrenzenden Meere* durchgeführt wurden. Während aber der Bericht über die San-Francisco-Bucht im wesentlichen von der Meeresbucht selbst handelt und in der Form eine vollkommene Bearbeitung des Gegenstandes bringt, tritt in dem neuen Bande die ozeanographische Arbeit in der entsprechenden, freilich viel kleineren San-Diego-Bucht fast ganz zurück, und die Meeresuntersuchungen im angrenzenden offenen Stillen Ozean werden im einzelnen nachgewiesen; jedoch vorläufig nur in der Form chronologisch geordneter Tabellen, ohne jede weitere Verarbeitung. Sicher erfolgt später eine wissenschaftliche Zusammenfassung der uns hier besonders interessierenden hydrographischen Daten nach geographischen Gesichtspunkten; vorläufig beabsichtigten die Herausgeber *E. L. Michael* und *G. F. McEwen* nur, eine Übersicht über Zeit und Ort der Plankton- und Dredgefänge und über die dabei oder selbständig ausgeführten Temperatur- und Salzgehaltbestimmungen des Meerwassers zu geben, weil sehr oft nach diesem Material gefragt wird.

Auf mehr als 150 Druckseiten stehen viele Tausende Zahlen für Temperatur, Salzgehalt und spezifisches Gewicht der Oberfläche und Tiefen des in der näheren und weiteren Umgebung von San Diego sich ausbreitenden Teiles des nördlichen Stillen Ozeans, außerdem die Angaben der Tiefenstufen, in denen Planktonfänge und Dredgezüge während der 12 Jahre 1901–1912 ausgeführt worden sind. Besonders gut erforscht sind Teile des Quadratfeldes 32–33° N-Br. und 118–117° W-Lg.; es ist die Gegend unmittelbar an der mexikanischen Grenze, und es liegt Material so ziemlich aus allen Monaten vor, weil das sehr gleichmäßige Klima im allgemeinen recht günstige Bedingungen für Meeresuntersuchungen schafft. Die geographische Breite und auch sonst die natürlichen Verhältnisse der Meeresgegend entsprechen im Atlantischen Ozean ungefähr denen in der nördlichen Hälfte der Küstengewässer von Marokko. Hoffen wir, daß die amerikanischen Forscher in absehbarer Zeit eine volle eigene Bearbeitung der physikalischen Beobachtungen noch veröffentlichen.

Aus kleinen Anfängen heraus haben sich allmählich, besonders dank der liberalen Unterstützung durch Mr. *E. W. Scripps*, die Arbeiten methodisch und räumlich erweitert und vertieft. Ein eigenes, modern ausgestattetes Forschungsschiff, der „*Alexander Agassiz*“, steht seit 1908 zur Verfügung und hat gestattet, zweimal auch größere Reisen zu unternehmen, 1908 nach Süden bis Guadelupe und den Cerroinseln (27° N-Br.), 1912 nach Norden sogar bis zum Pugetsund (48° N-Br.).

Das zoologische und ozeanographische Laboratorium an Land befindet sich in *La Jolla*, mehrere Kilometer nördlich von San Diego. Dem europäischen Forscher fällt auf, daß die amerikanischen Hydrographen sich zur Bestimmung des spezifischen Gewichts bzw. des Salzgehaltes nicht mit der sonst allgemein bewährten

Methode der Chlortitrierung haben befreunden können, sondern bei den Pyknometerwägungen stehengeblieben sind, neuerdings (1912) noch ein Immersionsaréometer in Verbindung mit einer Wage benutzen. Sie verzichten also von vornherein auf die Aufarbeitung der Wasserproben gleich an Bord.

Richtersche Tiefseeeumkehrthermometer sind erst seit Sommer 1910 in Verbindung mit Ekmanschen Wasserschöpfnern durchweg in Gebrauch genommen.

G. Schott, Hamburg.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Kriegswünsche für den geographischen Unterricht.

In der Sitzung vom 20. Februar sprach Professor Dr. *Felix Lampe* (Berlin) über *Kriegswünsche für den geographischen Unterricht*. Gerade der Krieg hat zahlreiche Mängel in der erdkundlichen Ausbildung ans Licht gebracht, die sich nicht nur in der Unbeholfenheit des Kartenlesens und in der Unvollkommenheit geographischen Wissens von Deutschland und vom Auslande zeigten. Die jetzt gemachten Erfahrungen aber werden nach dem Kriege wertvolle Grundlagen für eine Neugestaltung des geographischen Unterrichts abgeben können. Der Vortragende fordert, daß der Geographieunterricht dem Schüler nicht nur nutzbar zu machende Kenntnisse vermittelt, sondern daß die Erdkunde vor allem als Bildungsfach zu pflegen ist, das Persönlichkeitswerte schafft. In knappen Umrissen entwirft er ein Bild des wünschenswerten Geographieunterrichts nach dem Kriege. Nicht Vermehrung des Stoffes, sondern Neugruppierung der Lehrpläne. Man soll die Schüler nicht mit Kenntnissen vollstopfen, sondern sie befähigen, selbst zu sehen, zu beobachten, zu vergleichen, ihnen eigene Urteilsbildung ermöglichen und darüber hinaus Freude an der Erde und ihren Erscheinungen erwecken.

Der Wert sicherer, fester Tatsachenkenntnisse ist zweifellos recht beträchtlich. Er wurde früher oft überschätzt, später unterschätzt. Diese materielle Bildung muß vor allem in den Unterklassen gepflegt werden. Zu ihr gehört auch die Kenntnis der Karten. Das bekannte Gelände muß mit der Karte in Übereinstimmung gebracht und der Schüler befähigt werden, sich von fremdem Gelände auf Grund der Karte ein Bild zu machen. Über der materiellen Bildung jedoch steht die Bedeutung der Erdkunde für die formale Bildung. Hier handelt es sich darum, das Wesentliche von dem Unwesentlichen zu trennen und durch Vergleiche zu selbständigem Urteil zu gelangen. Besonderer Wert ist auf die Pflege der Phantasie zu legen, die überall nötig ist, auch beim Kartenlesen, die aber streng geregelt und gezügelt werden muß, damit die Einbildungskraft nicht überwuchert. Wichtig ist die Pflege des Raumsinns, das Erwecken des Verständnisses für Lageverhältnisse. Durch Ausbildung aller verschiedenen Veranlagungen wird schließlich eine harmonische Bildung erzielt. Wenn auch das Auge das wichtigste Organ für den geographischen Unterricht ist, so wird doch oft die Raumanschauung motorisch erworben, durch das Zurücklegen größerer Strecken. So übernehmen die Geländeübungen unserer Jugendkompagnien direkt einen Teil des geographischen Unterrichts.

Der auf dem Deutschen Geographentage zu Straßburg 1914 angenommene Lehrplan bietet brauchbare Grundlagen, auf denen unmittelbar weitergebaut wer-

¹⁾ III. Jahrgang. Heft 18. Berlin, 30. April 1915.

den kann. Über Einzelfragen, z. B. ob in den Oberklassen die allgemeine Geographie oder die Länderkunde vorherrschen soll, wird man sich einigen. Ernsthafter ist der Gegensatz zwischen physischer und Anthropogeographie. Vor allem sollten mißbräuchliche Betriebsarten des Unterrichts vermieden werden, wie z. B. die Behandlung der Länderkunde in der Art von Reiseführern. Ein dringender Wunsch ist derjenige nach Wohlwollen bei den maßgebenden Behörden.

Schließlich gedenkt der Vortragende auch noch der Ausbildung der Geographielehrer auf der Universität. Die Verbindung von Forscher und Lehrer, auf die wir stolz sind, wird immer dazu führen, daß die Universitätsprofessoren eine bestimmte Richtung bevorzugen, ein Mißstand, der durch die Einrichtung mehrerer Lehrstühle an der gleichen Universität aufgehoben werden könnte. Aber auch die Einzelheiten der Didaktik und Methodik liegen dem Universitätsprofessor fern, und daher stellen sich gerade der geforderten Umschmelzung der Geographie zum Erziehungsfach besondere Schwierigkeiten entgegen. Dies kann der Lehrer erst im praktischen Unterricht selbst lernen.

Seminar und Probejahr sind jedoch dafür nicht geeignet. Dagegen haben sich die Kurse und Übungen für Lehrer, die vom Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht gehalten werden, außerordentlich bewährt. In dem Ausbau und der weiteren Fortbildung dieser Methoden erblickt der Vortragende den besten Ausweg, der die jetzt noch vorhandene Kluft überbrücken könnte.

In der anschließenden Diskussion bedauerte Hauptmann *Stavenhagen*, daß auf der Kriegsakademie die Geographie als Unterrichtsfach seit einigen Jahren ausgeschieden sei. Oberst *v. Diest* hob die Bedeutung der Karte als internationales Verständigungsmittel hervor, die er bei solchen Rekruten würdigen lernte, denen die Kenntnis der deutschen Sprache abging. Geheimrat *Penck* wies auf den Wert geographischer Exkursionen hin und gab der Hoffnung Ausdruck, daß auch für Studierende der Geographie Stipendien entstehen möchten, die ihnen einen längeren Aufenthalt in anderen Ländern ermöglichen könnten, eine Bevorzugung, die z. B. den Philologen längst zuteil wird.

O. Baschin.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

6. April.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

1. Herr *Correns* bespricht *Untersuchungen über Geschlechtsbestimmung bei Distelarten*. Es werden Mitteilungen über das Geschlecht der Ackerdistel (*Cirsium arvense*) und über die Nachkommenschaft ihrer fast rein männlichen Stöcke gemacht. Dann werden Versuche besprochen, den Vorgang der Geschlechtsbestimmung bei dieser Distel durch Bastardierung mit zwittrigen Arten aufzuklären. Endlich wird das Verhalten mehrerer gynodiozischer Arten (*C. oleraceum*, *C. palustre* usw.) an Hand von Experimenten erörtert und mit dem Vorgang der Geschlechtsbestimmung bei der Ackerdistel in Verbindung gebracht.

2. Herr *Orth* legte eine Abhandlung von Herrn

Dr. *Benno Brahn* in Berlin vor: *Weitere Untersuchungen über Fermente in der Leber von Krebskranken*. In Fortsetzung der in den Sitzungsberichten der Akademie, 1910, XXXIV, S. 680, mitgeteilten Forschungen ist festgestellt worden, daß metastasenhaltige Lebern immer eine starke Verminderung der Katalase und eine geringe Vermehrung der Autolyse zeigten, daß bei Krebsen gewisser Organe dasselbe auch in der metastasenf freien Leber der Fall ist, während Krebse anderer Organe und Sarkome in der metastasenf freien Leber keine Fermentänderungen ergaben.

In bezug auf die fettspaltenden Fermente Lipase und Lezithinase konnte festgestellt werden, daß die Geschwülste selbst frei von solchen Fermenten waren, der freie Teil metastasenhaltiger Lebern aber geringere Mengen der Fermente enthielt als die normale Leber.

3. Die von Herrn *Engler* in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 23. März vorgelegte Abhandlung über Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgsfloren, erläutert an der Verbreitung der Saxiforges, wird in den Abhandlungen erscheinen.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Nr. 5, 1916.

Über die Thermokraft und Elektrizitätsleitung variabler Leiter; von A. *Weissenberger*. Die Stifte der Nernstlampe und solche aus der Auerglühlichtmasse geben große positive Thermokraft, die bei letzteren proportional dem Widerstand ist. Beide Substanzen sind rein metallische Leiter, deren Widerstand sich auch aus der Dissoziationsformel von *G. Kohnigsberger* berechnen läßt. Verschiedene Polarisationserscheinungen an Natronglas und Disken drängen zur Annahme elektrolytischer neben metallischer Leitung. Die im Sinne der Quantentheorie erweiterte Formel für $\frac{dE}{dT}$ erklärt die erstgenannten Ergebnisse

nicht; die elektrostatischen Vorgänge bei Lostrennung der Elektronen müssen theoretisch erfaßt werden.

Über Widerstand und optische Konstanten dünner Metallschichten; von B. *Pogány*. An dünnen Metallschichten von ungefähr 100 μ Dicke aus Pt, Pd, Au und Ag wurden der spezifische Widerstand und die optischen Konstanten n und k als Funktionen der Dicke gemessen. Es wird dann weiter untersucht, wie weit man die beobachteten Kurven auf Grund der Elektronentheorie und dem W. Planckschen Ansatz $r = r_0 \left(1 + \frac{a}{D}\right)$ erklären kann, wobei bedeutet r die auf die freien Elektronen wirkende Reibungskraft in der dünnen Schicht, r_0 dieselbe Kraft im massiven

Metall, α eine positive Konstante und D die Dicke der Schicht.

Über eine Zustandsgleichung für Luft, geprüft an Messungen des Verhältnisses der spezifischen Wärmen sowie der spezifischen Wärmen selbst; von F. A. Schulze.

Die Umkehrkurve des Joule-Thomson-Effektes für Luft; von F. A. Schulze.

Über radioaktive Schwankungen bei Verwendung nichtgesättigter Ströme; Bemerkungen zu der gleichbetitelten Arbeit des Herrn A. Ernst; von E. von Schweidler. Es wird gezeigt, daß die theoretischen Voraussetzungen von A. Ernst, wonach die relative Schwankung vom Sättigungsgrade unabhängig sein sollte, unrichtig ist; theoretisch ergibt sich vielmehr eine Herabsetzung der Schwankung auf die Hälfte bei sehr geringen Sättigungsgraden. Ferner wird die „Rekombinationsschwankung“ behandelt und gezeigt, daß sie praktisch vernachlässigt werden kann.

Über die Bestimmung der Loschmidtschen Zahl aus Extinktionskoeffizienten des kurzwelligen Sonnenlichts mit Hilfe eines lichtelektrischen Spektralphotometers; von H. Dember.

Über die Hochfrequenzspektren der Elemente As—Rh; von Manne Siegbahn und Einar Friman bezweckt eine möglichst vollständige Untersuchung der K-Reihe innerhalb eines Gebiets, das bisher sehr ungenügend bekannt war. Außer bei Se sind sämtliche 4 Linien der bezügl. Reihe gemessen.

Über die Hochfrequenzspektren (L-Reihe) der Elemente Tantal bis Wismuth; von Manne Siegbahn und Einar Friman. Die Arbeit gibt eine vollständige Untersuchung der L-Reihe der Elemente Tantal bis Wismuth. Die Aufnahmen sind mit rotierendem Steinsalzkrystall nach der Primärstrahlungsmethode ausgeführt. Wie die Spektrogramme zeigen, besteht die L-Reihe aus einer Mehrzahl (wenigstens 12) Gruppen, die sich als Moseleysche Serien darstellen lassen.

Physikalische Zeitschrift; Heft 5/6, 1916.

Über die Hochfrequenzspektren (L-Reihe) der Elemente Polonium, Radium, Thor und Uran; von M. Siegbahn und E. Friman.

Die statistisch-mechanische Grundlage der Thermodynamik; von Th. Wereide. Der Verfasser stellt die Aufgabe, die klassische Entropie auf statistisch-mechanischem Wege abzuleiten. Die Grundlage ist dieselbe wie bei Gibbs, mit dem Unterschied, daß immer nur ein System behandelt wird, und für dies wird die Zeitwahrscheinlichkeit benutzt. Als allgemeine Entropiedefinition ergibt sich die Formel

$$S = k \log (W d \tau).$$

Hier bedeutet $d\tau$ ein Elementarvolumen in dem Gibbs'schen Zustandsraum. W ist die Zahl von Elementen $d\tau$, welche der Zustandspunkt des Systems durchläuft. Die Zahl W ist mit der Boltzmann-Planckschen „Wahrscheinlichkeit“ identisch. Es wird gezeigt, daß diese Entropie mit der klassischen Entropie identisch ist.

Die Entropie materieller Systeme; von Th. Wereide. Unter Anwendung seiner allgemeinen Entropiedefinition leitet der Verfasser für materielle Systeme eine spezielle Entropieformel ab. In dieser Formel treten nur Größen auf, welche eine konkrete physikalische Bedeutung haben (Konzentration, spezifische Wärme, Molekularvolumen usw.). Wo die vollständige Kenntnis dieser Größen vorliegt, kann der numerische Wert der Entropie des Systems berechnet werden.

Strahlungseigenschaften des Debyeschen Modells eines Wasserstoffmoleküls; von M. Wolfke. Durch die Anwendung der Bohrschen Strahlungshypothesen wird für das Debyesche Modell des Wasserstoffmoleküls die Balmerische Serie abgeleitet. Die Serienkonstante ergibt sich daraus um 10 % größer als aus dem Bohrschen Atommodell.

Über das Wulfsche Elektrometer und das Engler- und Sieveking'sche Fontaktoskop; von V. F. Heß.

Über die verbesserte Form des Fontaktoskopes nach Engler und Sieveking; von C. Engler und A. Koenig.

Bemerkungen zu den vorstehenden Abhandlungen des Herrn Heß und der Herren Engler und Koenig; von B. Walter.

Zeitschrift für Elektrochemie; Heft 5/6, 1916.

Über Passivitäts- und Verzögerungserscheinungen bei anodischer Entladung der Halogenionen und bei kathodischer Entladung der Ionen der Eisenmetalle (Vortrag auf der Hauptversammlung der deutschen Bunsengesellschaft); von F. Foerster. Der Vortragende gibt einen Überblick über die Arbeiten einer Anzahl seiner Mitarbeiter, welche die Frage der chemischen Polarisierung, der auf katalytischen Wirkungen von Fremdstoffen beruhenden Reaktionshemmungen bei elektrochemischen Vorgängen betreffen. Insbesondere wird der polarisierende Einfluß von Sauerstoffbeladungen von Platinanoden auf die Entladung der Halogene, von Wasserstoffbeladungen auf die Abscheidung der Eisenmetalle und von Zink auf eben diese letzteren Vorgänge näher dargelegt an Hand eingehender Beobachtungsreihen.

Über einige bemerkenswerte Reaktionen des kolloiden Goldes (Vortrag auf der Hauptversammlung der deutschen Bunsengesellschaft); von R. Zsigmondy. Beim Schütteln von reinen Goldzerteilungen mit Benzol usw. vereinigen sich nur die größeren Goldteilchen absetzender Suspensionen mit den Benzoltröpfchen; kolloide Goldlösungen sind benzolbeständig; koaguliertes Gold geht dagegen an die Grenzfläche. Eiweißkörper koagulieren das schwach saure Goldhydrosol selbst in Konzentrationen von $\frac{3}{100\,000}$ % wegen der in saurer Lösung erfolgenden Umladung des Eiweiß (Fällung entgegengesetzt geladener Kolloiden). Beim Schütteln einer mit dem Finger verschlossenen Epruvette gibt dieser genügende Mengen koagulierender Substanzen an das Goldhydrosol ab, um Koagulation zu bewirken, und darauf beruhen die Angaben, daß das kolloide Gold sich mit Benzol und anderen organischen Lösungsmitteln leicht ausschütteln lasse.

Reaktionskinetik und Additivität der inneren ($c_v = \frac{3}{2}R$) Atomwärmen bei idealen Gasen (Vortrag auf der Hauptversammlung der deutschen Bunsengesellschaft); von M. Trautz. Letztere besteht zwischen Gasen ungefähr gleicher Gasunvollkommenheit (ausgenommen freie Atome: hier hat man keine Zahlen) als z. T. weitgehende Annäherung, wenn nur $p \cdot v = n R T$ gilt. Sollte sie genau gelten, so kann dies die Gesetze der Reaktionsgeschwindigkeit sehr vereinfachen (Elster-Geitel-Festschrift 1915, S. 333 ff.). Alle Gasreaktionen höherer Ordnung werden auf I. und II. Ordnung zurückgeführt. Neue experimentelle Belege für beides werden gegeben. NOCl- und andere Gleichgewichte stimmen sehr gut zur Additivität.

Über die Bildung von Aluminiumnitrid aus Ton, Erde, Kohle und Stickstoff II (Vortrag auf der Hauptversammlung der deutschen Bunsengesellschaft); von W. Fraenkel und J. Silbermann, Nachwort von P. Askenasy.

Versuchsergebnisse der trockenen Destillation einer Braunkohle bei verschiedenen Temperaturen; von A. Naumann.

Aluminium in den Vereinigten Staaten und Frankreich; von P. Askenasy.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIV, Heft 2, 1916.

(Ausgegeben am 30. März 1916.)

Bemerkungen zur Vererbungs- und Abstammungslehre; von J. Reinke. Die Abhandlung ist eine lediglich theoretische Erörterung der einschlägigen Pro-

bleme. Nacheinander werden besprochen: Der Artbegriff; die Ontogenie; die Isogenie; wie sind die Gene zu denken? die Korpuskularhypothesen; die Reaktionsweise der Gene; der Genotypus und der Phänotypus; die Allogonie; die Phylogenie; die Anpassung und die natürliche Auslese; das Wesen des Lebendigen.

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze; von H. Molisch. (Mit 7 Abbildungen.) Nr. 2: *Über orangefarbige Hydathoden bei Ficus javanica.* Auf der Oberseite des genannten Blattes finden sich 15—40 orangegelbe Punkte, die wie Hydathoden gebaut sind und die ihre Farbe Karotinkörperchen im Epithem verdanken. Es ist das der erste im Pflanzenreiche bekannt gewordene Fall von auffallend gefärbten Hydathoden. Nr. 3: *Über den braunen Farbstoff „goldgelber“ Weinbeeren.* Verschiedene grünliche Weinbeeren erscheinen an der dem Lichte zugewendeten Seite hell- bis dunkelbraun gefärbt. Die Färbung rührt von Gerbstoff bzw. von Phlobaphen her, das viele Epidermis- und Subepidermiszellen in Form von großen Ballen erfüllt. Es liegt hier ein Fall vor, in dem ein Phlobaphen unter dem Einfluß des Lichtes entsteht und einer lebenden Frucht eine ganz bestimmte, auffallende Farbe verleiht.

Über eine einfache Methode, die Wegsamkeit der Lenticellen für Gase zu demonstrieren. Gasdiffusionsmethode; von Friedr. Weber. (Mit 2 Abbild.) Unter der Einwirkung giftiger Gase (Ammoniak) bilden sich unterhalb der Lenticellen nekrotische Herde im Rindenparenchym, wodurch makroskopisch sichtbare Höfe um die Rindenporen herum entstehen. Es läßt sich auf diese Weise die Wegsamkeit der Lenticellen sowie anderer Pneumathoden für Gase und gleichzeitig auch die Undurchlässigkeit der verkorkten Membran und der Kutikula für solche leicht demonstrieren.

Holzanstechungsversuche mit Hausschwammsporen durch natürlichen Befall im Keller; von C. Wehmer. (Mit 2 Abbild.) Proben verschiedener Holzarten wurden ca. 5 Jahre lang im Schwammkeller der Infektion durch reichlich verstäubende Meruliusporen ausgesetzt, ohne daß Ansteckung eintrat. Die Hölzer bedeckten sich reichlich mit Sporen, die aber unverändert blieben, also keine Keimungserscheinungen zeigten. Ebenso wenig fand Keimung und Weiterentwicklung auf trockenfaulen Holzproben im gleichen Keller statt. Schwammsporen sind hiernach keine Gefahr für Bauwerke, der Hausschwamm wird nur durch vegetative Teile verbreitet; gegenteilige Behauptungen sind bislang unbewiesen.

Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze; von A. Ursprung und G. Blum. Bei Helleborus, Urtica, Fagus und Sedum wurde der osmotische Wert in den verschiedenen Geweben von Stengel, Blatt und Wurzel gemessen. Die Maxima der ganzen Pflanze fanden sich in den Palisaden, die Minima meist in der Blattepidermis. Sedum zeigte die niedrigsten Werte. Auch in demselben Organ ist der osmotische Wert eines bestimmten Gewebes nicht konstant; er variiert mit der Distanz vom Boden und von der Peripherie des Organs. So war er in Wurzel, Stengel, Stiel und Spreite gewöhnlich an der jeweiligen Basis größer als an der Spitze und z. B. in der Außenrinde anders als in der Innenrinde. — Bei Urtica zeigten jüngere Blätter einen kleineren Wert als ältere. Bei gleich alten Fagusblättern war ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Insertionshöhe und osmotischem Wert nicht aufzufinden.

Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes; von A. Ursprung und G. Blum. (Mit 3 Abbild.) Bei Helleborus, Urtica, Fagus, Sedum und Fumaria wurden in den verschiedenen Geweben periodische Tages- und Jahresschwankungen des osmotischen Wertes nachgewiesen. Die Kurven zeigen gewöhnlich bei

allen Geweben einer Spezies im wesentlichen denselben Verlauf und stimmen auch bei systematisch und biologisch weit auseinanderstehenden Pflanzen ziemlich überein. Die Periodizität verläuft im großen und ganzen in dem Sinne, daß der osmotische Wert vom frühen Morgen bis zum Nachmittag steigt und bis zum andern Morgen wieder fällt. Die osmotische Kurve ist spiegelbildlich ähnlich der von Kraus und Friedrich ermittelten Schwellungskurve. Verschiedene Außenfaktoren (besonders Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur) variieren in demselben oder entgegengesetzten Sinne, was auf eine gegenseitige Beziehung hinweist.

Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert; von A. Ursprung und G. Blum. Die Arbeit enthält Beobachtungen in der freien Natur und Laboratoriumsversuche über den Einfluß folgender Außenfaktoren: Lufttemperatur, Licht, Wind, Bodenfeuchtigkeit.

Über Anpassungen der Lebermoose an extremen Lichtgenuß; von Karl Müller. (Mit 5 Abbild.) Einige Lebermoose kommen an äußerst lichtarmen Stellen vor und weisen Anpassungen zur Lichtausnutzung auf, die geschildert werden. Ausgeprägter sind Einrichtungen zum Lichtschutz, der durch Absorption teils der für die Assimilation besonders wichtigen, teils der blauen und violetten Strahlen, durch Reflexion an den Epidermiszellen, Abschwächung infolge mehrerer Lagen chlorophyllfreier Pfeilerzellen (bei Riccia), durch reiche Borstenbildung, Fensterstallus, Verengung der Fenster oder Emporheben der Öffnungen auf den Scheitel hoher Zylinder (Exorotheca) bewirkt wird. Die Luftkammern der Marchantien kann man als Anpassung an starke Isolation auffassen.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere; Band 39, Heft 2, 1916.

The family Koellicriidae (Didymozoidae Mont.); von G. A. Mac Callum und W. G. Mac Callum.

Termitophile und myrmecophile Coleopteren; von E. Wasmann. Unter den von Prof. Dr. v. Buttel-Reepen in Ostindien gesammelten termitophilen Coleopteren befinden sich mehrere neue aus Ceylon stammende Arten der Gattung *Doryloxenus*, welche gleich den vorderindischen bei Termiten leben, während die afrikanischen ihre ursprüngliche Lebensweise als Reiter auf Wanderameisen beibehalten haben. Merkwürdig ist ferner, daß die neuen Gattungen *Pseudoperinthus* und *Hamitopanius*, welche v. Buttel-Reepen auf Ost-Sumatra bei Termiten fand, ihre nächsten systematischen Verwandten in Südamerika haben. Verfasser erklärt dies als Konvergenzerscheinung.

Neue termitophile Dipteren aus den Familien der Termitoxeniiden und Phoriden; von H. Schmitz. Der Beschreibung von einer neuen Gattung (*Odontoxenia*) und vier neuen Arten der Termitoxeniiden geht eine ausführliche Untersuchung über die Morphologie und systematische Stellung dieser Dipteren voraus. Die in den bisherigen Originalarbeiten von Wasmann, *Aßmuth* und *Bugnion* verwandte Terminologie war revisionsbedürftig und wird in den Abschnitten „Kopfreionen“, „Die Proboscis und ihre Teile“, „Abdominal-segmente und -bezirke“ kritisch gesichtet und teilweise erneuert. Die imaginale Entwicklung und die Chätotaxie des Vorderkörpers ist eingehend dargestellt. Die Familie *Termitoxeniidae* Wasm. ist wegen vieler teilweise neu aufgefundenen Merkmale aufrecht zu erhalten. Die Phoriden sind zwar nahe verwandt, aber anders organisiert, wie die am Schluß beschriebene, äußerst aberrante *Echidnophora butteli* n. g. n. sp. aufs neue beweist.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 19.

12. Mai 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Das Kystoskop. Von *Prof. Dr. M. v. Rohr, Jena.* S. 249.

Die Anstrengung beim Marsch und beim Bergsteigen. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 253.

Wie steuern die Insekten im Flug? Von *Privatdozent Dr. F. Stellwaag, Erlangen.* S. 256.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Schwäbische Städte. Von *O. Baschin.* S. 259.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Ueber zeichnerische Ausgleichsverfahren. Von *R. Süring.* S. 260.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die willkürlich bewegbare künstliche Hand

Eine Anleitung für Chirurgen und Techniker

von

F. Sauerbruch

ordentl. Professor der Chirurgie

Direktor der chirurgischen Universitäts-Klinik Zürich, s. Zt. beratender Chirurg des XV. Armeekorps

Mit anatomischen Beiträgen von

G. Ruge und **W. Felix**

Professoren am anatomischen Universitäts-Institut Zürich

und unter Mitwirkung von

A. Stadler

Oberarzt d. L., Chefarzt des Vereinslazarets Singen

Mit 104 Textfiguren

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

SAMMLUNG VIEWEG

TAGESFRAGEN AUS DEN GEBIETEN DER
NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK

Erschienen sind:

- Diplomingenieur Paul Bèjeuhr: *Der Blériot-Flugapparat und seine Benutzung durch Pégoud vom Standpunkte des Ingenieurs.* Mit 26 Abbildungen im Text. (Heft 3) M. 2.—.
- Prof. Dr. C. Doelter: *Die Farbe der Mineralien, insbesondere der Edelsteine.* Mit 2 Abbildungen (Heft 27) M. 3.—.
- Prof. Dr. Ed. Donath und Dr. A. Gröger: *Die flüssigen Brennstoffe, ihre Bedeutung und Beschaffung.* (Heft 7) M. 2.—.
- Dr. W. Fahrion: *Die Härtung der Fette.* Mit 4 Abbildungen im Text. (Heft 24) M. 3.—.
- Dr. W. Fahrion: *Neuere Gerbethoden und Gerbethorien.* (Heft 28) M. 4.—.
- Dr. H. Faßbender: *Die technischen Grundlagen der Elektromedizin.* Mit 77 Abbildungen. (Heft 31) M. 3,20.
- Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Foerster: *Kalenderwesen und Kalenderreform.* (Heft 13) M. 1,60.
- Dr. C. Freiherr v. Girsewald: *Peroxyde und Persalze.* (Heft 2) M. 2,40.
- Prof. Dr. Bruno Glatzel: *Elektrische Methoden der Momentphotographie.* Mit dem Bilde des Verfassers und 51 Abb. (Heft 21) M. 3,60.
- Prof. Dr. A. Gockel: *Die Radioaktivität von Boden und Quellen.* Mit 10 Abbildungen im Text. (Heft 5) M. 3.—.
- Dr. Erik Hägglund: *Die Sulfitablaue und ihre Verarbeitung auf Alkohol.* Mit 6 Abbildungen. (Heft 29) M. 2.—.
- Dr. E. Hupka: *Die Interferenz der Röntgenstrahlen.* Mit 35 Abbildungen im Text und einer Doppeltafel in Lichtdruck. (Heft 18) M. 2,60.
- Prof. Dr. R. Kreman: *Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen.* Mit 20 Abbildungen. (Heft 19) M. 2,40.
- Dr. Erik Liebreich: *Rost und Rostschutz.* Mit 22 Abbildungen. (Heft 20) M. 3,20.
- Dr. A. Lipschütz: *Zur allgemeinen Physiologie des Hungers.* Mit 39 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. (Heft 26) M. 3.—.
- Dr. Stanislaw Loria: *Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem.* Mit 3 Abb. und einer Tafel. (Heft 4) M. 3.—.
- Prof. Dr. O. Lummer: *Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur.* Mit 50 Abbildungen. (Heft 9/10) M. 5.—.
- Prof. Dr. Albert Oppel: *Gewebekulturen und Gewebeflege im Explantat.* Mit Vorworten von Prof. Dr. P. Ehrlich und Prof. Dr. E. Abderhalden. Mit 32 Abbildungen im Text. (Heft 12) M. 3.—.
- Prof. Dr. med. et phil. Carl Oppenheimer: *Stoffwechselfermente.* (Heft 22) M. 2,80.
- Dr. Robert Pohl und Dr. P. Pringsheim: *Die lichtelektrischen Erscheinungen.* Mit 36 Abbildungen im Text. (Heft 1) M. 3.—.
- Dr. E. Przybyllok: *Polhöhen-Schwankungen.* Mit 8 Abbildungen im Text und auf drei Tafeln. (Heft 11) M. 1,60.
- Ingenieur D. Sidersky: *Brennereifragen: Kontinuierliche Gärung der Rübensäfte. — Kontinuierliche Destillation und Rektifikation.* Mit 24 Abbildungen im Text. (Heft 6) M. 1,60.
- Prof. Dr. Siegfried Valentiner: *Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung.* Mit 8 Abbildungen. (Heft 15) M. 2,60.
- Prof. Dr. Siegfried Valentiner: *Anwendungen der Quantenhypothese in der kinetischen Theorie der festen Körper und den Gase.* Mit 4 Abbildungen. (Heft 16) M. 2,60.
- Dr.-Ing. M. Vidmar: *Moderne Transformatorenfragen.* Mit 16 Abbildungen. (Heft 30) M. 2,80.
- Prof. Dr. A. Waßmuth: *Grundlagen und Anwendungen der statistischen Mechanik.* Mit 4 Abbildungen. (Heft 25) M. 2,80.
- Privatdozent Dr. Alfred Wegener: *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane.* Mit 20 Abbildungen. (Heft 23) M. 3,20.
- Prof. Dr. Max B. Weinstein: *Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlungsfeld.* (Heft 8) M. 2.—.
- Dr. Hans Witte: *Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Eine allgemeinverständl. Entwicklung des raumzeitl. Relativitätsgedankens bis zum Relativitätsprinzip.* Mit 17 Abbildungen. (Heft 17) M. 2,80.
- Prof. Dr. O. Zoth: *Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese.* Mit 3 Textfiguren und 10 Kurventafeln. (Heft 14) M. 2,80.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

12. Mai 1916.

Heft 19.

Das Kystoskop.

Von Prof. Dr. M. v. Rohr, Jena.

Wenn man wohl sagen kann, die Wissenschaft der Ophthalmologie schreibe sich von der Zeit — 1850 — her, in der *Helmholtz* den Augenspiegel zu einem Instrument für den medizinischen Gebrauch ausbildete, so kann man sich auch auf den Standpunkt stellen, daß die wissenschaftliche Blasenheilkunde 1877 entstand, als *Nitze* das Kystoskop zur Blasenuntersuchung bereitgestellt hatte. So groß ist in beiden Fällen der Vorteil, den die Besichtigung des Herdes der Krankheit auch vor der genialsten Beurteilung ihrer Folgezustände gewährt. Die Konstruktionsaufgaben waren aber bei beiden Instrumenten vollständig verschieden: beim Auge handelte es sich um eine Aufgabe der Strahlenbegrenzung, die *Helmholtz* klar erkannt und sogleich in einer sehr vollkommenen Weise gelöst hatte; für die Blase war das Problem eines zusammengesetzten Instruments besonderer Art nur durch das Zusammenwirken eines Mediziners und eines technischen Optikers zu lösen, und sein Entwicklungsgang erstreckt sich über mehrere Jahrzehnte.

Da ich von der Schriftleitung um eine Behandlung dieses Vorwurfs gebeten worden bin, so will ich dem gern nachkommen, und zwar werde ich dabei den Standpunkt des technischen Optikers einnehmen, dem eine längere Beschäftigung mit dem Bau solcher Systeme das medizinisch-optische Problem einigermaßen geläufig gemacht hat. In den noch anzugebenden Proben der Fachliteratur wird der Mediziner den ihn besonders angehenden Standpunkt der Handhabung dieses Instruments ausgiebig vertreten finden.

Eine Besichtigung der Körperhöhlen war mit Hilfe der *endoskopischen* Vorrichtungen schon seit dem Anfange des 19. Jahrhunderts im Gange, und Fortschritte darin ließen sich nicht verkennen; aber zur Betrachtung der Körperhöhlen waren noch im Anfange der 70er Jahre keine erfolgreichen Ansätze gemacht worden. Beschränkt man sich zunächst auf die Blase, da beim Magen die Aufgabe noch wesentlich verwickelter ist, so lag etwa die folgende Aufgabe vor: Durch einen ungefähr 22 cm langen Kanal mußte sich nicht allein ein Instrument von etwa 6 mm äußerer Weite einführen lassen, das in der mit einer wasserhellen Borsäurelösung angefüllten Blase einen genügenden Gesichtswinkel beherrschte, sondern es mußte auch noch seine eigene Lichtquelle tragen, um das Blaseninnere überhaupt erst zu beleuchten. Der später noch öfter zu nennende Berliner Urologe *Ringleb* hat

1909 sehr treffend darauf hingewiesen, daß das Kystoskop (s. Fig. 1) dem Arzt zunächst Objekte zeigen solle, die dem unbewaffneten Auge ohne weiteres (d. h. ohne einen blutigen Eingriff) überhaupt nicht sichtbar sind. Während eben bei den alten Beobachtungsinstrumenten (dem Fernrohr und dem Mikroskop) das „Wie“ der Wahrnehmung (etwa mittels einer vergrößerten Wiedergabe) durch das Instrument in dem gewünschten Sinne geändert wurde, handelte es sich beim Kystoskop nur um das „Was“ der Wahrnehmung: den alten, „wesentlich vergrößernden“ Beobachtungsinstrumenten trat im Kystoskop ein „wesentlich orientierendes“ Beobachtungsinstrument gegenüber. Optisch ausgedrückt heißt das, der Gesichtsfeldwinkel $2w'$ auf der Augenseite des Kystoskops muß nicht größer sein als der Betrag $2w$ auf der Objektseite oder im Blaseninnern. In der heutigen Zeit kennt man in dem Periskop für Unterseeboote noch einen weiteren Vertreter solcher orientierenden Beobachtungsinstrumente, in jener Zeit war dieser Gedanke neu, und es bleibt ein dauerndes Verdienst *Nitze*s, ihn gefaßt und an einem brauchbaren Instrument verwirklicht zu haben.

Maximilian Friedrich Carl Nitze war 1848 in Berlin geboren, hatte nach Ablegung der Reifeprüfung 1869 die Universität bezogen und war nach einem Studium in Heidelberg, Würzburg und Leipzig 1874 Assistent am Stadtkrankenhaus zu Dresden geworden. Er scheint dort bald das Problem aufgenommen zu haben, dessen Verfolgung seinen Lebensweg gestalten sollte, und es ist von ihm aus jener Zeit ein sehr anschaulicher Bericht darüber vorhanden, wie ihm der Zufall ein Musterstück eines winkelverkleinernden Instruments in die Hand spielte. Und er war der Mann, aus einem solchen Glücksfall die Folgen zu ziehen. Zu dem Bau seines neuen Instruments verband er sich mit dem Dresdener Instrumentenmacher *W. Deicke*, der sich seinerseits für das optische Rohr an den Berliner Optiker *L. Bénéche* wandte, und so war denn der eine Teil der Aufgabe gelungen (s. Fig. 2), als man das von dem kurzbrennweitigen Objektiv entworfene weitwinklige Bild mittels eines Umkehrsystems langer Brennweite durch das lange und enge Rohr leitete und dort mit einer Lupe von verhältnismäßig langer Brennweite, also unter dem kleinen Winkel w' , betrachtete. Die Lösung der Beleuchtungsfrage machte ihrerseits aber keine geringen Schwierigkeiten. Daß es sich um eine elektrische Beleuchtung handeln müsse, war klar, und damals konnte man für den vorliegenden Fall kaum eine andere Lichtquelle wählen als den schon früher

für Innenbeleuchtung verwandten glühenden Platindraht. Um Verbrennungen zu vermeiden, mußte er von einer in dem Instrument wirksamen Wasserspülung umflossen werden, eine Notwendigkeit, die von vornherein dazu zwang, einen merklichen Teil des Rohrrinnern für die Wasserzu- und -abführung sowie die Stromleitung bereitzustellen und nur den — allerdings ansehnlichen — Rest für das abbildende System zu verwenden. Es wird später klar werden, wie diese, anfangs widerwillig ermöglichte Raumbeschränkung des Sehrohrs die Entwicklung des Operationskystoskops erleichtert hat.

„Der kurze Schnabel *c* stößt mit dem langen Teile, mit dem Körper *a* des Instruments, in einem stumpfen Winkel zusammen. Im Gegensatz zum Urethroskop befindet sich die Lichtquelle, der Platindraht, im Schnabel und läßt seine Lichtstrahlen durch ein längliches, aus der Wandung desselben ausgeschnittenes Fenster austreten, das wieder durch eine dünne Scheibe von Bergkristall geschlossen ist. In seinem sonstigen Umfange hat der Schnabel doppelte Wandungen, zwischen denen das abkühlende Wasser zirkuliert. Der lange Teil, der Körper des Instruments, zylindrisch, 6—7 mm stark, enthält vier, ihrer Form,

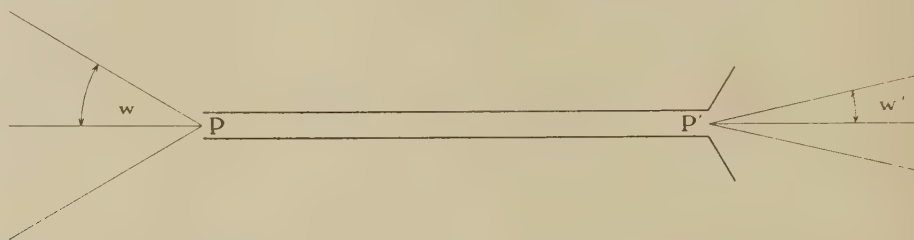


Fig. 1. Rein schematische Darstellung des wahren ($2w$) und des scheinbaren ($2w'$) Gesichtsfeldes eines geradsichtigen Kystoskops.



Fig. 2. Der Deutlichkeit wegen überhöhte Darstellung der Hauptstrahlen in einem geradsichtigen Sehrohr von Nitze aus dem Jahre 1879.

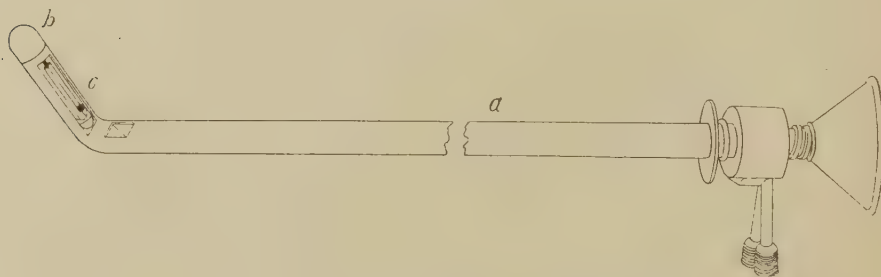


Fig. 3. Außenansicht des Kystoskops I aus der Wiener Zeit.

Die Weiterbildung seines Instruments führte Nitze 1878 nach Wien zu dem Instrumentenbauer *J. Leiter*, und er stellte am 9. März 1879 das Ergebnis der gemeinsamen Arbeit einer Versammlung von Fachmännern vor. Jetzt war dem Objektiv (s. Fig. 3) noch ein Spiegelprisma vorgeschaltet worden, da es sich im Laufe der vorbereitenden Arbeit herausgestellt hatte, daß eine Ablenkung des gesamten Gesichtsfeldes um 90° nach der Seite noch zweckmäßiger sei. Damit hatte Nitze die Grundanlage des optischen Systems gefunden, die spätere Bestrebungen zu und nach seinen Lebzeiten wohl verbessern, aber nicht mehr prinzipiell umgestalten sollten. Ein Teil der Nitzeschen Beschreibung sei hier nach dem Zitat in der Ringlebschen Monographie wiedergegeben:

Größe und Bestimmung nach verschiedene, durch dünne Scheidewände getrennte Kanäle. Drei derselben sind eng, von ihnen dient der eine zur Aufnahme des isolierten stromleitenden Drahtes, die beiden anderen dienen zur Wasserleitung und münden im Schnabel, in dem zwischen dessen doppelten Wandungen befindlichen Wasserbehälter. Der vierte Kanal ist zylindrisch und hat bei weitem das größte Lumen, gegen 5 mm im Durchmesser. Durch diesen Kanal sieht man in die erleuchtete Blase hinein, in ihn wird der optische Apparat eingeschoben, der die Erweiterung des Gesichtsfeldes bewirkt. Aus der oberen Wandung dieses Kanals ist an seinem geschlossenen Ende, da, wo Schnabel und Körper des Instruments zusammenstoßen, ein quadratisches Feld ausgeschnitten und in diesen Ausschnitt ein rechtwink-

liges Glasprisma eingekittet. Die Stellung dieses Prismas ist aus Fig. 3 zu ersehen. Die hypotenutische Fläche desselben wirkt wegen der totalen Reflexion, welche die Lichtstrahlen an ihr erleiden, als Spiegel, so daß man, durch den weiteren Kanal hindurchsehend, die Partien der Blasenwandung im Spiegel erblickt, die dem Prisma gegenüber rechtwinklig zur Längsachse des Instruments gelegen sind. . . .“

„An dem äußeren Ende des Instruments sind die Ansätze zum Aufschrauben der wasserleitenden Schläuche und die beiden Ringe angebracht, auf welche die Zange aufgeklemmt wird, welche die Verbindung mit den stromleitenden Schnüren vermittelt.“

Man sieht, daß es sich vorläufig noch um ein reines Beobachtungsinstrument handelte, und daß an irgendwelche Eingriffe vom Blaseninnern aus nicht gedacht werden konnte. Abschreckend wirkte das eingehende Verständnis, das für das Instrument gefordert werden mußte, während der moderne Spezialist seinem Handwerkszeug gegenüber

wird auch heute noch — vielfach ohne Hilfe des Auges vorgenommen; man überzeugt sich heute nur durch eine nachträgliche Anwendung des Kystoskops davon, ob wirklich alle Trümmer herausgespült worden sind.

Das neue Operationskystoskop aber wurde allmählich — und nicht allein durch *Nitze*: die verschiedenen Namen wie *Albarran*, *Casper*, *Freudenberg* u. a. können bei *O. Ringleb*¹⁾ nachgelesen werden — nach verschiedenen Richtungen ausgebaut. Hier sei erwähnt 1. das Ureterenkystoskop. Dabei handelt es sich darum, innerhalb der Blase dünne elastische Röhrchen in die Harnleitermündungen einzuführen, die — in die Harnleiter oder bis in die Nierenbecken vorgeschoben — den Harn der einzelnen Nieren gesondert aufzufangen und zu untersuchen gestatten. 2. Das eigentliche Operationskystoskop, wobei sowohl Schlingen zur Abschnürung von Wucherungen, als Zangen zur Entfernung von Fremdkörpern als elektrisch heizbare Glühflächen zur Herbeiführung von Verbrennungen vorgesehen sein können. 3. forderte

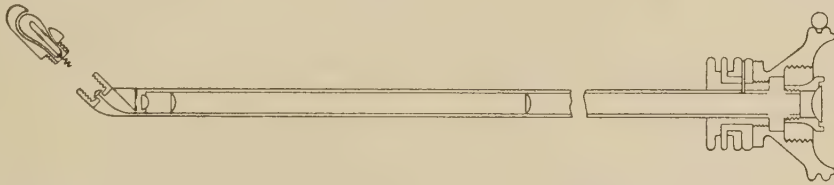


Fig. 4. Längsschnitt durch das Kystoskop I nach der Einführung des Mignonlämpchens.
Man beachte auch die Änderung der Objektivkonstruktion.

eine solche Stellung nicht so oft einnimmt, wie man es wünschen möchte. So waren die Ausichten nicht günstig, und als auch noch das Verhältnis zu *Leiter* auseinanderbrach, so siedelte *Nitze* noch 1879 nach Berlin über, und dort sollte er das erstrebte Ziel erreichen.

Für die Verbreitung seines Instruments war es von der größten Bedeutung, daß bei weiterer Ausbildung der Kohlenfadenlampen kleine — als Mignonlämpchen eingeführte — Modelle auf den Markt kamen, die sicherlich im Frühjahr 1885, vielleicht auch noch früher, für andere medizinische Beleuchtungszwecke verwendet worden waren. In das Kystoskop wurden sie nach *Ringlebs* Angaben 1886 eingeführt, und sie änderten die Sachlage vollständig. Gegenüber dem Platindraht lag eben jetzt eine merkbar hellere und doch nicht entfernt soviel Wärme entwickelnde Lichtquelle vor, so daß nunmehr die Wasserspülung entbehrt werden konnte. Damit wurde einmal die Handhabung des Kystoskops so sehr vereinfacht, daß auf ein besonders eingehendes Verständnis verzichtet werden konnte, und ferner wurde der von der Spülung beanspruchte Raum nunmehr (siehe Fig. 4) für eine neue Ausstattung des Instruments frei. Jetzt konnte man daran gehen, dem Kystoskop Instrumente beizugeben, um unter Leitung des Auges Operationen im Blaseninnern vorzunehmen. Die Steinertrümmerung, die man früher schon geübt hatte, wurde seit alter Zeit — und

die größere praktische Erfahrung, die den Kystoskopikern im Laufe der Zeit eigen wurde, schließlich für den Fall einer eiternden oder leicht blutenden Blase die Möglichkeit einer ausgiebigen Spülung. Das wird heute meistens dadurch erreicht, daß man zeitweilig das optische Rohr mit seinem Prisma aus dem vollständigen Kystoskop herauszieht und durch den breiten Kanal, der dem Prismenort gegenüber durchbrochen ist, eine sehr wirksame Spülung vornimmt.

Auch die optische Leistung wurde gesteigert, das Gesichtsfeld wurde vergrößert und gelegentlich die Achromasie des Umkehrsystems herbeigeführt. Eine wichtige Änderung der Objektivkonstruktion geht auf den bayrischen Urologen *Schlagintweit* zurück, der sie einführte, um mit Hilfe eines geistreich erdachten zweiten Spiegelprismas ein Rückblickkystoskop zur Betrachtung des Blasenausgangs zu bauen. Auch finden sich noch zu *Nitzes* Lebzeiten die ersten Schritte zur Beseitigung der Rohrreflexe, die *Nitze* in merkwürdiger Duldung eines bösen Fehlers als „das äußere Gesichtsfeld“ eingeführt hatte, und zur Hebung der Störungen durch herabgefallene Lackteichen.

Eins aber blieb zu *Nitzes* Lebzeiten stets er-

¹⁾ Das Kystoskop, Eine Studie seiner optischen und mechanischen Einrichtung und seiner Geschichte. Lehrbuch für Ärzte und Studierende. Leipzig, W. Klinkhardt, 1910. X, 194 S. 8°, mit 98 Textfiguren.

halten, die Lichtschwäche und die schwache Vergrößerung der Systeme, und wenn sich auch das Auge des untersuchenden Arztes einigermaßen damit abfand — allerfeinste Objekte blieben allerdings unkenntlich —, so war die photographische Platte weniger adaptibel, und die Blasenphotogramme jener Zeit zeigten nie auch nur annähernd den Inhalt des bei der Beobachtung wahrgenommenen Bildes.

Freilich hatte diese Lichtschwäche auch einen Vorteil, eine außerordentlich große Abbildungstiefe, die *Nitze* wohl bemerkte, allerdings unrichtig erklärte. Davon abgesehen hat er sich aber in einer sehr anzuerkennenden Weise mit der Theorie seines Instruments abgegeben. Er hat sich immer von neuem angestrengt, Schwierigkeiten hinwegzuräumen, wie sie für den Anfänger etwa in der eigenartigen Perspektive lagen. Man darf eben nicht vergessen, daß bei dem kleinen Innenraum der Blase die Eintrittspupille des Kystoskops bis auf wenige Zentimeter den betrachteten Objekten

sagen, daß er mit großem Erfolg und immer regem Interesse an der Ausbildung auch der Theorie seines Instruments arbeitete. Als er am 22. Februar 1906 starb, war es ein großer Verlust nicht nur für die Blasenleidenden, sondern auch für alle, die an seinem Instrument Interesse hatten.

Schon bald darauf, im Februar 1907, erhielt in dem Kollmorgenschen Umkehrprisma, das hinter dem Okular angebracht wurde, den gewerblichen Schutz eine zweckmäßige Zusatzeinrichtung zur Aufhebung der von dem Objektivprisma eingeführten Spiegelverkehrung, die namentlich bei den Operationskystoskopen störend genug war.

Besonders wichtige Neuerungen aber sollten von zwei alten Assistenten *Nitzes* ausgehen. Zunächst ist der ältere, *S. Jacoby*, zu erwähnen, der einmal der beidäugigen Beobachtung und der stereoskopischen Blasenphotographie viel Sorgfalt und Interesse geschenkt hat und nebenbei bestrebt war, das Problem der Bildaufrichtung im Kystoskop in einer besonders vollkommenen Weise zu lösen. Der jüngere Assistent, der bereits angeführte *O. Ringleb*, wird uns bis zu dem Schluß dieser Darstellung beschäftigen. Er hat das Verdienst, den Bau des Sehrohrs im Kystoskop einer ganz modernen optischen Werkstätte anvertraut und in eifriger Zusammenarbeit mit ihr nicht nur das moderne Kystoskop und seine Theorie entwickelt, sondern auch eine wirklich brauchbare Blasenphotographie¹⁾ ermöglicht zu haben. Seine Verdienste um die Lösung der von ihm gestellten Aufgaben hat die Zeißsche Werkstätte dadurch anerkannt, daß sie die neuen Instrumente nach Herrn *Ringleb* benannte.

Geht man nun auf diese neuen Kystoskope nach *Ringleb* näher ein, so haben sie alle einmal die Eigenschaft wesentlich größerer Lichtstärke, und das wurde durch eine mindestens zweifache, manchmal sogar drei- und viermalige Umkehrung des vom Objektiv entworfenen Bildes erreicht. Dadurch wird die Länge des Sehrohrs virtuell auf die Hälfte, beziehentlich ein Drittel oder ein Viertel gebracht und damit der Öffnungswinkel der durchgelassenen Büschel entsprechend gesteigert. Zu gleicher Zeit mit dieser Neuerung beschrieb *Ringleb* ein eigenartiges Objektivprisma (s. Fig. 6) nach dem Typus des Amicischen Dachprismas, das zwei Spiegelungen enthielt, also von selbst Bilder ohne Spiegelverkehrung lieferte und infolgedessen das besondere Kollmorgensche Okularprisma überflüssig machte. Daneben wurde auf Achromatisierung der Umkehrsysteme gesehen, der Kampf gegen die Rohrreflexe aufgenommen und besonderes Gewicht darauf gelegt, Staub- und Lackteilchen im Innern des Sehrohrs unschädlich zu machen.

Es ist ganz verständlich, daß *Ringleb* bemüht war, die Erweiterung seiner theoretischen Kennt-

¹⁾ Es darf bei diesem Urteil nicht außer acht gelassen werden, daß ich hier als Mitarbeiter *Ringlebs* dessen Standpunkt vertrete und den Jacobyschen Arbeiten gegenüber nicht unparteiisch bin.

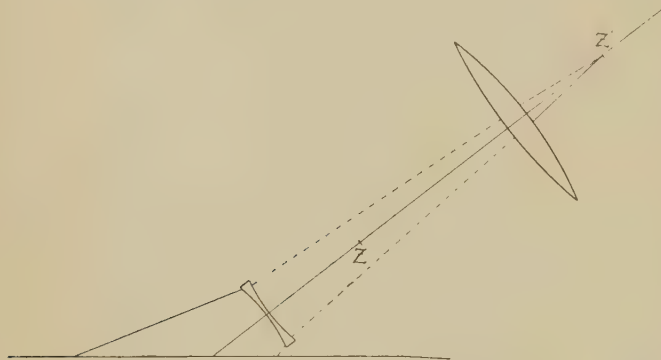


Fig. 5. Der Verlauf der Hauptstrahlen beim Blick durch ein umgekehrtes Fernrohr zur Erklärung der eigenartigen Perspektive im Kystoskop.

genähert wird, und so müssen diese, wenn sie körperlich ausgedehnt sind (wie Steine und Geschwülste), im Verhältnis zu ihrer Umgebung in einem recht überraschenden Größenverhältnis erscheinen können, und das um so mehr, da die Winkel w' , unter denen sie erscheinen, von den objektseitigen w gewaltig abweichen. Um sich ähnliche Verhältnisse vorzuführen, braucht man nur (s. Fig. 5) durch ein umgekehrtes Fernrohr (am einfachsten ein Theaterglas) hindurch mit einem Einzelaue in schiefer Richtung kleine Gegenstände auf dem Schreibtisch zu betrachten, etwa einen längs liegenden Bleistift, mehrere hintereinander liegende Kugeln u. ä., und man wird staunen, wie leicht Fehlschlüsse über die wahren Größen und Entfernungen möglich sind. Besonders erschwert wurde die richtige Erkenntnis der wahren Raumbeziehungen der Objekte, wenn man das Kystoskop Drehungen um seine Längsachse ausführen ließ. Hier war *Nitze* namentlich bestrebt, durch Einführung eines festen Schemas für die Reihenfolge der Bewegungen Fehlschlüsse vermeiden zu lassen. Alles in allem kann man

nis, die ihm seine Berührung mit verschiedenen Vertretern der Abbeschen Schule eingebracht hatte, seinen Kollegen mitzuteilen, und so entstand die schon aufgeführte Monographie, worin das Kystoskop zum ersten Male im Rahmen der optischen Instrumente nach Abbeschen Grundsätzen behandelt wurde. Namentlich Perspektive und Tiefe wurden hier auf der Lehre von der Strahlen-

aber bemüht, durch zweckmäßig erdachte Vorkehrungen diese unvermeidliche Folge einer Steigerung der Helligkeit möglichst wenig störend zu machen.

Wohl kann man am Schlusse die Hoffnung aussprechen, daß es gelingen wird, der deutschen Kystoskopfabrikation in ständiger Fühlung mit der Praxis auch weiterhin das Übergewicht zu er-

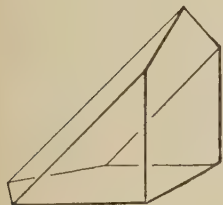


Fig. 6. Das Amicische Dachprisma in den Kystoskopen nach O. Ringleb.

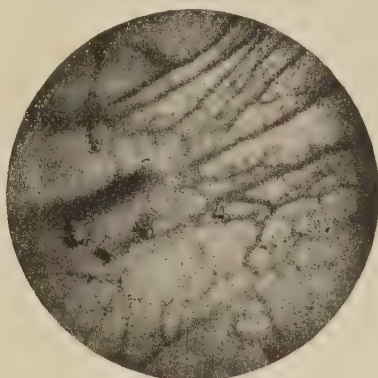


Fig. 7. Normale Harnleitermündung. Waldeyerscher Mündungssaum. Hintere Venen eines Ureterostiums.

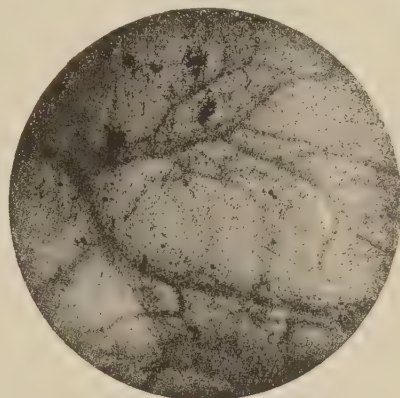


Fig. 8. Venenzweig mit begleitenden feinen Arterien in einer normalen Blase.

begrenzung aufgebaut und die von viel spezielleren Voraussetzungen ausgehenden Überlegungen des Meisters Nitze bestätigt oder in Einzelfällen berichtigt.

Die Steigerung der Lichtstärke der Beobachtungskystoskope ließ, wie schon bemerkt war, das alte Problem der Blasenphotographie in den Vordergrund treten, und auch hier hat Ringleb¹⁾ die Ergebnisse seiner Studien seinen Kollegen in einer Monographie dargeboten. An dieser Stelle kann unmöglich eine Kritik der Einzelheiten Platz finden. Doch sei soviel gesagt: Das Problem der Blasenphotographie läßt sich dahin zusammenfassen, daß einmal eine ganz wesentliche Erhöhung der Lichtstärke und ferner eine Abbildung der Blasenwandung in einem den früheren entschieden übertreffenden Maßstabe erreicht werden mußte: erst dann war es möglich, ein vom Pulsschlag ungestörtes Bild vorzuführen, das dem Beschauer alle die Einzelheiten zeigte, die ihm aus der subjektiven Beobachtung bekannt sein konnten. Welch Fortschritt damit für Lehrzwecke erreicht war, werden die beiden Aufnahmen 7 und 8 zeigen, die der angeführten Monographie entnommen sind. Hier sei nur auf den unermüdlichen Eifer Ringlebs hingewiesen, der auch durch die Ausbildung der photographischen Verfahren zu seinen schönen Erfolgen beitrug. Daß mit der Steigerung der Öffnungsverhältnisse eine Minderung der Abbildungstiefe verbunden war, konnte niemand wundern, der in die allgemeinen Lehren der Instrumentenoptik eingeweiht war. Ringleb hat sich

halten, das ihr Nitze Genialität für die ersten Jahre verschafft hat.

Die Anstrengung beim Marsch und beim Bergsteigen.

Von Prof. Dr. phil. et med. A. Pütter, Bonn,
Stabs- und Regimentsarzt bei einem Infanterieregiment
im Felde.

Die ausgedehnten praktischen Erfahrungen über die Marschleistungen, die man auf größere Strecken von einer Truppe verlangen kann, ohne sie dadurch zu überanstrengen, haben die Regel ergeben: Auf ebener, guter Straße kann eine Truppe mit vollem kriegsmäßigen Gepäck (einschließlich Waffen, Munition, Schanzzeug) stundenlang so marschieren, daß, abgesehen von den Marschpausen, auf einen Kilometer 11–12 Minuten reine Marschzeit entfallen (mit Pause 15 Minuten). Wohl ist ein solcher Marsch recht anstrengend, und der Rekrut wird dabei leicht bis an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit kommen, aber der „einmarschierte“ Soldat leistet die Anstrengung, wenn es nötig ist, 10 Stunden lang an einem Tage und ist imstande, längere Zeit hindurch täglich, wenn nötig 6 Stunden, in der angegebenen Weise zu marschieren. Eine Steigerung der Marschgeschwindigkeit, so daß der Kilometer in 10 Minuten reiner Marschzeit zurückgelegt wird, ist auf die Dauer nicht angängig, ein großer Teil völlig gesunder und kräftiger Menschen würde dadurch in verhältnismäßig kurzer Zeit erschöpft, überanstrengt werden. Es ist praktisch wie theoretisch von Interesse, sich darüber klar zu werden, wie groß die Leistung ist, die der Soldat bei solchen Märschen aufbringt.

¹⁾ Fr. Fromme und O. Ringleb, Lehrbuch der Kystographie, ihre Geschichte, Theorie und Praxis. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1913. IV, 86 S. gr. 8° mit 29 Textfiguren und 7 photographischen Tafeln.

Jede Muskeltätigkeit erfordert eine gegenüber der Ruhe vermehrte Verbrennung von Körperstoffen, zu deren Ersatz dann die Zufuhr einer entsprechenden Menge von Nahrungsstoffen notwendig ist.

Für die gesteigerte Verbrennung ist eine vermehrte Aufnahme von Sauerstoff nötig. Um diesen den Lungen zuzuführen, muß die Atmung vertieft und beschleunigt werden, um den Sauerstoff in größerer Menge, von den Lungen aus, den Muskeln zuzuführen, muß die Herztätigkeit beschleunigt werden. Für die Steigerung von Atmung und Herztätigkeit gibt es aber Grenzen, die nicht überschritten werden dürfen, soll nicht rasche Erschöpfung oder Überanstrengung eintreten.

Ein objektives Maß für die Anstrengung, die eine bestimmte Muskelleistung bedeutet, haben wir in der Steigerung des Sauerstoffverbrauchs pro Minute gegenüber dem Verbrauch, der bei möglichster Vermeidung aller Muskeltätigkeit, z. B. im Schlaf oder bei sogen. „vorsätzlicher Muskelruhe“ in nüchternem Zustande beobachtet wird. Diesen geringsten Sauerstoffverbrauch in der Ruhe nennen wir den „Grundumsatz“. Den Grad der Anstrengung bei einer Muskelleistung messen wir in der Weise, daß wir angeben, auf das *Wievielfache* des Grundumsatzes der Gesamtumsatz während der Leistung steigt. Der *Gesamtumsatz* setzt sich dann aus Grundumsatz und Leistungsumsatz zusammen.

Wenn die Leistung eines Soldaten, der mit vollem Gepäck auf guter, ebener Straße einen Kilometer in 11 bis 12 Minuten marschiert, die Grenze für eine Steigerung des Umsatzes bedeutet, die lange Zeit hindurch als *Dauerleistung* möglich ist, so ist es von größtem Interesse, zu wissen, auf das *Wievielfache* des Grundumsatzes dabei der Gesamtumsatz gestiegen ist; denn diese Zahl ermöglicht es, Leistungen unter anderen Bedingungen, z. B. Marsch mit besonderer Belastung oder mit besonderer Erleichterung, oder Marsch auf steigender Straße mit der „Normalleistung“ auf ebener Straße zu vergleichen. Wir können durch einen solchen Vergleich ermitteln, was von einer Truppe verlangt werden kann, wenn die Anstrengung nicht größer sein soll als bei der Normalleistung.

Die Grundlagen zur Durchführung einer solchen Berechnung gibt die Physiologie des Stoffwechsels.

Wir wissen, daß ein Mann von 1,70 m Länge und 70 kg Körpergewicht, den wir als den mittleren Soldaten ansehen wollen, im *Grundumsatz* in einer Minute 250 ccm Sauerstoff verbraucht. Die Verbrennungen, die mit dieser Sauerstoffmenge im Körper ausgeführt werden, liefern eine Energiemenge, die 1,16 Kal. oder 495 mkg (Meterkilogramm) entspricht.

Ausgedehnte Versuche haben gelehrt, daß beim Gehen in normalem Tempo, also etwa mit einer Geschwindigkeit zwischen 50 und 100 m in der

Minute, für je 1 kg Gewicht, das 1 m weit auf ebener Straße transportiert wird, ein Mehraufwand von 0,25 mkg nötig ist. Ein Mensch von 70 kg muß also, um 1 m weit zu gehen, 17,5 mkg aufwenden, oder richtiger, da er noch ca. 5 kg Kleider zu tragen hat, 18,75 mkg.

Ferner hat die Physiologie des Stoffwechsels gelehrt, daß beim Steigen auf geneigter Bahn zur Hebung von je 1 kg Gewicht um 1 m ein Mehraufwand erforderlich ist, der einer Energiemenge von 2,8 mkg entspricht. Um seinen Körper (mit 5 kg Kleidern) 1 m hoch zu heben, muß also der Mensch von 70 kg Gewicht 210 mkg aufwenden, d. h. über 11 mal soviel, wie für die Bewegung in horizontaler Richtung.

Die Belastung, mit der im Kriege marschiert wird, setzt sich in folgender Weise zusammen:

Tornister mit Zeltbahn und Mantel . . .	15,0 kg
Waffen, Munition, Schanzzeug und	
Lederzeug	11,0 „
Stiefel, Kleidung und Helm	5,5 „
Summa	31,5 kg

Damit sind alle Zahlen gegeben, die für die beabsichtigte Berechnung notwendig sind.

Soll 1 km in 12 Minuten zurückgelegt werden, so sind pro Minute die $70 + 31,5 = 101,5$ kg, die der voll ausgerüstete Mann wiegt, 83,3 m weit zu befördern. Dazu sind nötig $101,5 \cdot 0,25 \cdot 83,3 = 2116$ mkg. Der Grundumsatz beträgt 495 mkg, der Leistungsumsatz also das 4,27-fache des Grundumsatzes, d. h. der Gesamtumsatz ist bei dieser Leistung auf das 5,27-fache des Grundumsatzes gestiegen. Soll der Kilometer in 11 Minuten marschiert werden, so ergibt die entsprechende Rechnung, daß der Leistungsumsatz das 4,67-fache, der Gesamtumsatz also das 5,67-fache des Grundumsatzes beträgt. Wollte man mit dem vollen Gepäck in 10 Minuten einen Kilometer marschieren, so würde der Leistungsumsatz das 5,13-fache, der Gesamtumsatz somit das 6,13-fache des Grundumsatzes sein, und diese Leistung ist, wie die Erfahrung lehrt, für sehr viele Menschen zu hoch.

Als normale Marschleistung würden wir es danach ansehen müssen, wenn der Kilometer etwa in 11,5 Minuten zurückgelegt würde, wobei der Gesamtumsatz auf das 5,47-fache des Grundumsatzes erhöht wäre.

Es wäre wünschenswert, wenn man diese wichtige Größe: die praktische Grenze der höchsten *Dauerleistung*, noch auf andere Weise ermitteln könnte, und dazu gibt es einen Weg. Die Touristen, die alljährlich in Scharen die Berge aufsuchen, haben ganz bestimmte Regeln über die zweckmäßigste Art des Steigens aufgestellt, von deren Brauchbarkeit sich jeder, der ihnen folgt, immer wieder überzeugt. Die Regeln, soweit sie uns hier angehen, lauten: langsam gehen beim Steigen, nicht die steilsten Wege bevorzugen; eine Steigung des Weges im Verhältnis von 1:10 ist günstig, auf ihr gewinnt man in einer Stunde

bequem 300 m an Höhe, der geübtere Bergtourist sogar 350 m. Der Tourist geht ohne Gepäck oder doch nur mit sehr leichtem Gepäck, wir können seine Gesamtbelastung auf 5 kg veranschlagen. Die Größe der Leistung berechnet sich in folgender Weise: Es werden (bei 300 m pro Stunde) in einer Minute 5 m erstiegen und dabei 50 m auf dem Wege zurückgelegt.

Die Marscharbeit erfordert $75 \cdot 0,25 \cdot 50 = 938$ mkg
Die Steigarbeit erfordert $75 \cdot 2,8 \cdot 5 = 1050$ „

Leistungsumsatz: 1988 mkg

Dieser Leistungsumsatz entspricht dem 4,02-fachen des Grundumsatzes. Sollen 350 m pro Stunde erstiegen werden, so beträgt die Steigung pro Minute 5,83 m, die Strecke auf dem Wege bei einer Steigung von 1:10 also 58,3 m pro Minute. Der Leistungsumsatz wird dann das 4,68-fache des Grundumsatzes. Nehmen wir beide Zahlen zusammen, so entspricht die Leistung beim Bergsteigen ohne Gepäck im Mittel einer Steigerung des Gesamtumsatzes auf das 5,35-fache des Grundumsatzes, der Leistungsumsatz ist gleich dem 4,35-fachen des Grundumsatzes.

Die Erfahrung der Bergsteiger führt also sehr bemerkenswerterweise zu ganz demselben Resultat wie die Erfahrung im Heere, obgleich es sich das eine Mal um den Marsch auf ebener Straße mit schwerer Last, das andere Mal um die Ersteigung von Bergen ohne Last handelt. Beide Male ergibt die praktische Erfahrung theoretisch ausgesprochen dieselbe Regel, daß man *den Gesamtumsatz nicht höher als auf rund das 5,45-fache des Grundumsatzes steigern soll*, wenn man Überanstrengung vermeiden und doch möglichst viel leisten will.

Diese Regel gilt für die Mehrzahl der Menschen, eine absolute Leistungsgrenze bedeutet sie nicht. Die Bestleistungen beim Sport führen auf wesentlich höhere Zahlen, und auch bei den am schwersten arbeitenden Berufen ist der Umsatz für viele Stunden täglich höher, so z. B. für die Holzfällerknechte in Oberbayern wie in Nordamerika. Rechnet man mit einer täglichen Arbeitszeit von 9 Stunden, so beträgt der Umsatz in dieser Zeit bei ihnen das 6-fache des Grundumsatzes, der Leistungsumsatz also das 5-fache des Grundumsatzes. Zu solchen Leistungen ist aber auch durch lange Übung nicht jeder gesunde Mensch auszubilden, so daß eine Regel, die für die große Mehrzahl der gesunden Menschen gelten soll, wie die Bergsteigerregel und die Regel über die Marschleistungen, nicht mit diesen äußersten Leistungen rechnen darf.

Wir wollen diese Regel, nach der der Leistungsumsatz nicht höher steigen soll als auf das 4,45-fache des Grundumsatzes, d. h. nicht höher als auf eine Leistung von 2203 mkg in der Minute, zunächst auf den Marsch mit vollem Gepäck in bergigem Gelände anwenden.

Bei einer Marschgeschwindigkeit von 86,8 m in

der Minute (1 km in 11,5 Minuten) ist schon auf ebener Straße die Grenzleistung erreicht. Es muß also bergan langsamer marschiert werden. Unter eine Marschgeschwindigkeit von 50 m pro Minute kann man praktisch nicht hinunter gehen. 50 m pro Minute erfordern $101,5 \cdot 0,25 \cdot 50 = 1269$ mkg. Da die Leistung den Wert von 2203 mkg nicht übersteigen soll, bleiben für die Steigarbeit noch 934 mkg übrig. Da 1 m Steigung für den voll ausgerüsteten Mann 284 mkg erfordern, können mit ihnen 3,29 m erstiegen werden. Es wäre also bergauf ein Weg zu wählen, der nicht mehr als 3,29 m auf 50 m steigt, d. h. um 6,58 % oder im Verhältnis von 1:15,2, und auf einem solchen Wege wird dann 1 km in 20 Minuten marschiert. Da die Marschgeschwindigkeit nicht weiter herabgesetzt werden kann, muß man sich darüber klar sein, daß bei einer Steigung, die steiler als 1:15,2 ist, die Anstrengung in unwirtschaftlicher Weise steigt. Der Gefahr der Überanstrengung ist dann durch besondere Maßnahmen zu begegnen (z. B. Gepäckerleichterung s. U.). Ist die Steigung geringer als 1:15,2, so kann natürlich die Marschgeschwindigkeit bei gleichbleibender Anstrengung höher gehalten werden als 50 m pro Minute. Wie sich die Dinge bei den verschiedenen Steigungen stellen, zeigt die folgende Tabelle der *anstrengungsgleichen Leistungen* beim Marsch mit vollem Gepäck und Steigung:

Steigung:	Weg pro Minute:	d. h. 1 km in Minuten:	in 1 Stunde km:
1 : ∞	86,8 m	11,5	5,2
1 : 100	78,1 „	12,8	4,7
1 : 50	70,9 „	14,1	4,3
1 : 30	64,0 „	15,6	3,8
1 : 25	60,0 „	16,6	3,65
1 : 20	55,7 „	18,0	3,3
1 : 15,2	50,0 „	20,0	3,0

Auf einer modernen Bergstraße, deren Steigung üblicherweise 1:25 ist, beträgt die Normalgeschwindigkeit 1 m in der Sekunde, d. h. es sind für den Kilometer 16,6 Minuten Marschzeit zu rechnen. Steigungen, die stärker als 1:16,6 (6 %) sind, finden sich bei neueren Chausseen nicht. Bei dieser stärksten Chausseesteigung kann der Kilometer in 19 Minuten marschiert werden (in 1 Minute 52,5 m).

Die zweite Frage, die erörtert werden soll, ist die nach dem Nutzen, den eine Gepäckerleichterung bringen kann. Da Waffen, Munition und Schanzzeug auf alle Fälle getragen werden müssen, so beträgt die Erleichterung nur 15 kg. Wird die Marschgeschwindigkeit nicht erhöht, so erfordert jetzt der Marsch mit 86,8 m in der Minute (1 km in 11,5 Minuten) nur einen Leistungsumsatz, der gleich dem 3,79-fachen des Grundumsatzes ist, d. h. um 15 % geringer als beim Marsch mit vollem Gepäck. Das bedeutet einen sehr merklichen Nutzen, wenn die Erleichterung mit Rücksicht auf große Hitze oder windstilles, schwüles Wetter erfolgt ist. Will man durch die Erleichterung nicht die Anstrengung

für die Mannschaften verringern, sondern die Marschgeschwindigkeit erhöhen, so kann man auf eine Geschwindigkeit von 100 m in der Minute gehen, d. h. man erspart pro Kilometer 1,5 Minuten, für einen Tagemarsch von 20 km eine halbe Stunde. Ob dieser geringe Zeitgewinn in einem Verhältnis zu dem Nachteil steht, den es bedeutet, die Marschkolonne mit den Gepäckwagen zu belasten und sie dementsprechend zu verlängern, muß natürlich von Fall zu Fall entschieden werden.

Sehr bedeutend kann dagegen der Nutzen der Gepäck erleichterung beim Marsch in den Bergen sein. Eine Truppe, die unter vollem Gepäck ohne Überanstrengung nur eine Steigung von 1:15,2 (6,58 %) bei 50 m Marschgeschwindigkeit in der Minute überwinden kann, ist bei einer Erleichterung um 15 kg imstande, 4,63 m auf je 50 m Marsch zu steigen, d. h. eine Steigung im Verhältnis von 1:10,8 zu nehmen. Stehen also keine Straßen mit einer Steigung von 6,58 % oder weniger zur Verfügung und soll auf den steileren Straßen eine längere Strecke marschiert werden, so ist es ein sehr großer Vorteil, wenn das Gepäck gefahren werden kann.

Wie steuern die Insekten im Flug?

Von Privatdozent Dr. F. Stellwaag, Erlangen.

Als Darwin auf seiner Weltreise durch das Mündungsgebiet des Plata fuhr, beobachtete er eine merkwürdige Erscheinung. In der Luft schwebten zahlreiche Fäden und Flocken, an denen jedesmal eine kleine Spinne angeheftet war. Die nähere Untersuchung ergab, daß die Tiere auf dem Festlande die Fäden ausgestoßen hatten, damit sie leicht vom Winde erfaßt und durch die Luft getragen werden könnten. Durch dieses eigenartige Transportmittel hatten sie den beträchtlichen Weg von 60 Seemeilen (= 110 km) bis zum Schiff zurückgelegt.

Was Darwin damals wahrnahm, entspricht im wesentlichen dem, was man bei uns als „Altweibersommer“ bezeichnet. Auch hier stammen die losen Fäden von Spinnen, welche sich mit ihrer Hilfe den Luftströmungen anvertrauen, um als „Plankton der Luft“ dahinzuschweben.

Diese luftfahrenden Spinnen teilen das Schicksal aller passiv schwebenden Organismen: sie sind den wechselnden Bewegungen ihres Mediums völlig preisgegeben und werden, wie es der Zufall fügt, an einen anderen Ort getragen. Sie sind niemals in der Lage, von Anfang an einem bestimmten Reiseziel zuzustreben.

Ganz anders verhalten sich die echten Fluginsekten. Ihre Flügel machen sie unabhängig von den Launen der Luftströmungen. Die Konstruktion ihrer Flugapparate, so verschiedenartig sie auch sein mag, gestattet ihnen, die Elastizität der Luft auszunützen und dem Körper nicht nur einen Vortrieb, sondern auch einen Auftrieb zu ver-

schaffen. Mit dem Flugvermögen ist aber das Steuervermögen aufs engste verknüpft. Welch erstaunliche Leistungen gewandte Flieger und Steuerer hervorbringen können, lehrt uns die Beobachtung der gewöhnlichen Stubenfliege, die mühelos fast in jeder Körperlage und mit beliebiger Schnelligkeit durch die Luft gleitet und ebenso geschickte Schleifen und Schwenkungen wie Sturzflüge ausführen kann.

Es liegt nicht in meiner Absicht, die abweichenden Konstruktionen tierischer Flugapparate und ihre Leistungen zu schildern, vielmehr möchte ich die Aufmerksamkeit auf die Steuerung lenken und kurz die Ergebnisse diesbezüglicher eigener Studien an Insekten mitteilen.

Unsere Kenntnisse über die Steuerfähigkeit der Insekten gehen in der Hauptsache auf *Joueset de Bellesme*¹⁾ zurück. Seine Experimente an Insekten aller Ordnungen brachten ihn auf den Gedanken, daß die Richtung während des Fluges durch die Lage von Kopf und Thorax bestimmt wird, also der Körperteile, die die Luft durchschneiden; sie hängt nach ihm vom Schwerpunkt und



Fig. 1. Libelle (*Gomphus serpentinus* ♂) von der Seite. Die Flügel sind künstlich gehoben. Annähernd natürliche Größe.



Fig. 2. Schlupfwespe (*Ophion*) von der Seite im Flug. Annähernd natürliche Größe.

der Lage der Unterstützungsachse ab, die beide beweglich sind. Meist ist es der Schwerpunkt allein, der eine Lageveränderung herbeiführt. Bewegungs- und Richtungsfunktion fällt nur bei wenigen Insekten zusammen, die direkte Flugmuskeln besitzen und daher die Flügel einzeln bewegen können, wie die Libellen. Allerdings nimmt auch der lange und bewegliche Hinterleib (Fig. 1) an der Modifikation der Bewegungen teil, wie man deutlich bei den Agrioniden feststellen kann. Ähnlich dürften sich die Schmetterlinge verhalten, deren Flügelbewegungen denen der Vögel gleichen.

Bei den Hautflüglern dienen die Flügel lediglich der Fortbewegung; der gestielte Hinterleib (Fig. 2) ist sehr beweglich und kann durch verschiedene Lagen den Schwerpunkt verändern und damit die Bewegungsrichtung beeinflussen. Hebt man seine Bewegungsfreiheit auf, so kann das Insekt wohl noch fliegen, aber nicht mehr steuern. Bei der Biene *Megachile*, der Wespe *Polistes* und

¹⁾ Bezüglich der benützten Literatur siehe den gleichnamigen Artikel des Verfassers im Biologischen Zentralblatt 1915.

anderen Hymenopteren nehmen außerdem die Beine an der Verschiebung des Schwerpunktes teil.

Weniger beweglich ist der Hinterleib bei den Geradflüglern (Orthopteren). Als Richtungsorgane kämen hier nur die Hinterbeine in Betracht, wenn sie nicht als Sprungorgane spezialisiert wären und sich zur Steuerung schlecht eignen würden. In der Tat vermögen die Acridier und Lokustiden nur schwer zu lenken.

Bei den eben genannten Insekten sind die beiden Flügel jeder Seite für die Fortbewegung bestimmt. Bei anderen hat die funktionelle Anpassung Organe geschaffen, die ganz bestimmte Aufgaben zu erfüllen haben. Das eine Flügelpaar dient der Fortbewegung, das andere der Änderung der Richtung. Da bei den Käfern der Hinterleib eng an den Metathorax angeschlossen ist, besitzt er nur geringe Bewegungsfreiheit. Er braucht aber gar nicht beweglich zu sein, denn die Flügeldecken haben die Funktion der Steuerung übernommen. Während des Fluges werden sie über den Brustabschnitt gehoben und stehen derart über dem Schwerpunkt, daß schon kleine Schwankungen genügen, dessen Lage zu beeinflussen. Entfernt man die Flügeldecken, so ist das Tier nicht mehr imstande, den Flug zu richten. Die Verschiebung des Schwerpunktes hat Plateau genau festgestellt. Nur die Angehörigen einer kleinen Gruppe, die Cetoniiden, fliegen mit geschlossenen Flügeln. Dies bildet einen Übergang zum Zustand vollkommener Differenzierung bei den Zweiflüglern (Dipteren).

Hier ist die Steuerfähigkeit am besten entwickelt. Nur ein Flügelpaar dient der Fortbewegung. Der Hinterleib besitzt geringe Beweglichkeit, und so bleibt als einziges richtungsbestimmendes Organ das Schwingkölbchen jeder Seite. Durch ihre Amputation wird der Schwerpunkt zu weit nach vorn verschoben und der Flug derartig beeinträchtigt, daß das Insekt zu Boden sinkt. Hängt man aber ein kleines Gewicht an den Hinterleib, welches den Schwerpunkt um das notwendige Maß nach hinten verlagert, so ist dem Tiere auch ohne Schwingkölbchen der Flug nach allen Richtungen möglich.

Diese Resultate der Untersuchungen von Bellesme scheinen durch das zustimmende Urteil zahlreicher Forscher bis auf den heutigen Tag als einwandfrei zu gelten und wir finden daher seine Ansicht in allen Lehrbüchern wiedergegeben. Erst vor kurzem allerdings hat Amans eine andere Meinung geäußert. Nach ihm ist es weniger das Gewicht gewisser Körperteile, welches eine Richtungsänderung hervorbringt, als vielmehr ihre Form. Er macht besonders auf die Wellenkrümmung der Teile aufmerksam, die bei der Bewegung dem Luftstrom dargeboten werden. Ihr Profil ist eine „ligne à double courbure“. Die Luft staut sich in den konkaven Krümmungen, um über die konvexen in Kreisströmen abzufließen und beeinflußt schon den Flug in gerader Richtung vorteil-

haft. Dadurch, daß die Strömung wie beim Hinterleib durch Heben und Senken variiert werden kann, und dadurch, daß die betreffenden Körperteile in verschiedenen Richtungen des Raumes beweglich sind, wird außerdem eine exakte Richtungsänderung bewerkstelligt. Bei den Schlupfwespen (Fig. 2) würde die ungewöhnliche Krümmung hinderlich sein, wenn es sich um schnellfliegende Insekten handeln würde. So aber ist der Luftdruck gering und bewirkt nur, daß der Körper im Flug eine horizontale Lage einnimmt. Es würde also hier der Hinterleib in dynamischer Beziehung dem ausgebreiteten Schwanzfächer der Vögel zu vergleichen sein.

Die Ansicht von Amans steht im schroffen Gegensatz zu der von Bellesme. Letzterer glaubt ja, daß das Gewicht einzelner Körperteile eine Richtungsänderung hervorbringt, während Amans das Gewicht völlig ausschaltet und dafür den sekundär während der Fortbewegung erzeugten Luftwiderstand für die Steuerung verantwortlich macht. Steuer, wie sie Bellesme schildert, sind in der Natur wohl selten und in der Technik nur manchmal, z. B. bei gewissen Luftschiffen als Laufgewicht, in Gebrauch. Ich nenne sie Gewicht- oder intradirektive Steuer, im Gegensatz zu den extradirektiven oder „Drucksteuern“, die durch das Arbeitsvermögen des sekundär erzeugten Luftstromes wirken. Sie sind bei Luft- und Wasserfahrzeugen allgemein in Gebrauch.

In der Literatur werden die Gewichtsteuer oft als Balancierungseinrichtungen bezeichnet und mit den Drucksteuern verwechselt. Andererseits werden Balancier- und Stabilisierungseinrichtungen als statische Apparate oft nicht genügend von den statischen Sinnesorganen geschieden. Es erscheint mir daher notwendig, die betreffenden Begriffe kurz darzulegen. Von den Gleichgewichtssinnesorganen, welche dem Körper Störungen des Gleichgewichts anzeigen und ihn zur zweckmäßigen Neuorientierung veranlassen (z. B. Statocysten von Medusen, Schnecken und Muscheln, Labyrinth der Wirbeltiere), kann ich hier wohl ohne weiteres absehen.

Zunächst ist genau zu unterscheiden zwischen Einrichtungen, welche Abweichungen von der einmal eingeschlagenen Richtung verhindern sollen, und solchen, welche Abweichungen herbeizuführen haben. In beiden Fällen kann der Effekt durch Gewichtsverlagerungen oder durch den Widerstand des Mediums bewerkstelligt werden. Zu den ersteren, den „Kompensationsapparaten“, gehören die Balanceorgane, welche durch ihr Gewicht Verschiebungen des Schwerpunktes beeinflussen, und die Stabilisierungsorgane, welche durch ihre Oberfläche den fliegenden Körper zwingen, während der Fortbewegung eine bestimmte Richtung einzuschlagen und Abweichungen auszugleichen. Die Steuer aber wirken, wie schon erwähnt, als Gewicht- oder Drucksteuer. Danach erhalten wir folgende Vergleichstabelle:

	„Ausgleichungs- apparate“	Steuer
Gewicht	Balanceapparate (z. B. Balancierstange des Seiltänzers)	„Gewichtssteuer“ (z. B. Laufgewicht bei Zeppelin- luftschiffen)
Widerstand des Mediums	Stabilisierungsapparate (z. B. Führungsflächen an Luftfahrzeugen)	„Drucksteuer“ (z. B. Steuerruder der Fahrzeuge)

Die begriffliche Verwechslung der einzelnen Einrichtungen erklärt sich leicht durch die Tatsache, daß z. B. „Drucksteuer“ in der Praxis stets ein gewisses Gewicht besitzen, obwohl sie theoretisch als völlig gewichtslos anzunehmen sind, und daß man die „Ausgleichungsapparate“ auch als Steuer verwenden kann und umgekehrt. Nur deshalb ist es möglich, daß *Amans* den gleichen Körperteil, den *Bellesme* als Gewichtssteuer auffaßt, als Drucksteuer bezeichnet. Andererseits kann der Hinterleib bei gestreckten Tieren, wie den Libellen (Fig. 1), sehr wohl als Führungsvorrichtung funktionieren, wenn er bei geradlinigem Flug unbeweglich verharret. Die genaue Untersuchung der Funktion von Fall zu Fall aber läßt den jeweiligen Zweck mit wünschenswerter Deutlichkeit erkennen.

Wie oben erwähnt, führt *Bellesme* eine ganze Reihe von Gewichtssteuern an: Deckflügel der Käfer, Schwingkölbchen der Dipteren, Hinterleib und Beine bei den übrigen Gruppen. Bezüglich der Deckflügel habe ich den anatomisch-physiologischen und experimentellen Beweis erbracht¹⁾, daß ihnen die Rolle als Gewichtssteuer keineswegs zukommt. Sie wirken als Drucksteuer, oder noch besser als Stabilisierungsflächen. In den Schwingkölbchen der Dipteren aber hat man komplizierte nervöse Apparate erkannt, mit deren Hilfe die Fliege Gleichgewichtsschwankungen perzipiert. Daß sie trotzdem als Gewichtssteuer die Flugrichtung des Tieres beeinflussen könnten, behauptete zwar vor 25 Jahren *Weinland*, doch dürften sich für diese Auffassung nur wenige Anhänger mehr finden. Es erscheint zum mindesten zweifelhaft, ob ein Organ von so geringem Gewicht eine Änderung der Flugrichtung herbeiführen könnte. Sie ist nur möglich, wenn die Schwingkölbchen in der Richtung der quer verlaufenden Schwerlinie stehen. Verschiedene Messungen aber, die ich vornahm, ergaben, daß der Schwerpunkt bei verschiedenen Arten hinter den Halterenwurzeln liegt und nach eingetretener Füllung des Darmes oder Vergrößerung der Geschlechtsorgane noch weiter nach hinten rückt.

Inwieweit Beine und Hinterleib als Steuer, und zwar als Gewichts- oder Drucksteuer, in Betracht kommen, suchte ich zunächst durch direkte Beobachtung festzustellen.

Wer Insekten während des Fluges genau beobachtet hat, weiß, daß sie in außerordentlich geschickter Weise nach allen Richtungen des Raumes steuern und oft unvermittelt von der eingeschlagenen Richtung abweichen. Würde die Steuerung durch Beine und Hinterleib zustande kommen, ähnlich wie sie bei Luft- und Wasserfahrzeugen durch Einrichtungen am Bug oder Heck erreicht wird, so müßten die Steuerorgane um so deutlicher ihre Stellung verändern, je geschickter das Tier seine Richtung wechselt. Niemals aber konnte ich eine deutliche Lageveränderung von Beinen und Hinterleib zum Zwecke der Steuerung wahrnehmen. Ich führte dies zunächst auf die Schwierigkeit zurück, im entscheidenden Moment den schnellen Bewegungen des Tieres zu folgen; doch bot sich mir in den Libellen ein willkommenes Objekt dar, deren Bewegungen bei trübem Wetter und bei Sonnenauf- oder -untergang matt sind. Man kann daher leichter die Flügelschläge und die Lageveränderung von Beinen und Hinterleib verfolgen. Mühe los steuert die Libelle nach vorwärts, seitwärts und rückwärts, ohne auch nur für Augenblicke den langen Hinterleib zu bewegen, obwohl er sich als Steuer ausgezeichnet eignen würde. Bei schnellen Flügen, insbesondere z. B. wenn das Tier sich rasch senkt, hebt sich der Hinterleib ein wenig. Er bestimmt hier aber nicht die Flugrichtung, sondern wird im Gegenteil passiv abgelenkt, nachdem das Tier seine Richtung nach abwärts eingeschlagen hat.

Diese Beobachtungen schienen mir wohl einwandfrei trotz der gegenteiligen Angaben der Autoren, aber noch nicht beweiskräftig genug, da sie subjektiv sind und sich nur auf einige günstige Objekte beschränkten. Um objektive Sicherheit zu bekommen, benützte ich eine einfache Vorrichtung. Wenn parallele Strahlen senkrecht auf einen Körper auffallen, so wird von diesem auf einer ebenfalls senkrechten Fläche ein Schatten entworfen, der scharfe Ränder besitzt und ebenso groß ist wie der Körper selbst. Die Tatsache, daß die Sonnenstrahlen als parallele Strahlen aufzufassen sind, verwertete ich, indem ich den Schatten fliegender Insekten auf lichtempfindliches Papier auffallen ließ, das mit Hilfe eines von der Firma *Stegemann* hergestellten Schlitzverschlusses belichtet wurde. Durch diese Methode erhielt ich allerdings nur Silhouetten, aber Bilder, wie sie der photographische Apparat nicht liefern konnte, der das Objekt nur in bestimmter Entfernung scharf aufnimmt, gewöhnlich verkleinert und bei der Schnelligkeit des Fluges und der damit verbundenen übermäßig raschen Belichtungszeit nicht genügend Licht erhält.

Mit Hilfe des Schlitzverschlusses stellte ich, zum Teil unter ganz bedeutenden Schwierigkeiten und nach vielen Fehlversuchen, eine Reihe von Aufnahmen verschiedener Insekten her. In keinem Fall konnte ich eine Lageveränderung des

¹⁾ *Stellwaag*, Der Flugapparat der Lamellicornier. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. CVIII (1914).

Hinterleibes während der Richtungsänderung feststellen.

Auch auf experimentellem Wege erhielt ich die gleichen Resultate. Ich benutzte zunächst Fliegen, um die Rolle des Schwingkölbchens und die Lageveränderung des Hinterleibs kennen zu lernen. Ich habe oben schon darauf hingewiesen, daß die Halteren nicht als Gewichtssteuer in Betracht kommen können. Sie können aber auch nicht als Drucksteuer funktionieren, da sie hinter der Vorderflügelachsel stehen, wo der Weg des Flügelausschlages am geringsten ist. Außerdem sind sie aber gerade bei guten Fliegern wie den Tabaniden, Syrphiden und Musciden von dem Thoraxschüppchen überdeckt. Es gibt wenige Stellen des Körpers, die während des Fluges vor Luftströmungen so gut geschützt sind wie die Halteren. Noch eine andere dynamische Rolle wurde ihnen zugesprochen. Sie sollten dadurch, daß sie bei ihren Bewegungen einen Kegelmantel beschreiben, als Steuerschrauben wirksam sein. Die genaue Beobachtung aber ergab, daß ihre Bewegungen ziemlich genau mit denen des Vorderflügels übereinstimmen, wie bei anderen Insekten, wo der Hinterflügel beim Auf- und Niederschlagen vom Vorderflügel mitgenommen wird. Eine Bedeutung der Halteren für die dynamische Steuerung dürfte daher auszuschließen sein. Dagegen sind sie nach ihrer histologischen Beschaffenheit als Gleichgewichtssinnesorgane zu betrachten. Jede passive Bewegung des Schwingkölbchens in einer bestimmten Ebene des Raumes bringt die Endgebilde einer bestimmten Papillengruppe an ihrer Basis zum Ausschlagen und orientiert den Körper nicht nur über die Richtung, sondern auch über die Schnelligkeit des Fluges. Da nun die Funktion aller Gleichgewichtsorgane nach *Baunacke* darin besteht, „die lokomotorischen Erfolgsorgane so zu beeinflussen, daß aus deren regulatorischen Bewegungen eine bestimmte Körperlage resultiert“, so muß die Fliege bei einer Lageveränderung mit solchen Körperteilen reagieren, die bei der Richtungsänderung eine ausschlaggebende Rolle spielen. Die Reaktion muß um so deutlicher ausfallen, je eleganter und je häufiger das Tier im Freiflug steuert. Es muß daher nach der herrschenden Ansicht im Flug eine Lageveränderung der Beine oder des Hinterleibs festzustellen sein.

Bei meinen Experimenten benutzte ich Vertreter der drei genannten Dipterenfamilien, die zu den besten Fliegern nicht nur unter den Fliegen, sondern unter allen Flugtieren gehören und überraschend sicher steuern. Ich faßte sie an der Brust mit einer Zange, die ich mir aus zwei Drähten herstellte. Sobald das Insekt mit den Flügeln schlug, brachte ich es in verschiedene Stellungen, so daß es bald auf der Seite, bald auf dem Rücken lag oder einen wechselnd schiefen Winkel zur Horizontalen einnahm. Stets blieb der Hinterleib unbeweglich in der Längsachse des Tieres liegen. Allerdings suchte sich dabei das

Tier mit den Beinen an der Gabel anzuklammern. Ich vermied dies, indem ich die Gabel am Hinterleib ansetzte. Dabei war es auch möglich, die Beinstellung zu kontrollieren. Sie war durchaus willkürlich und konnte nicht als Kompensationsbewegung gegen die veränderte Gleichgewichtslage aufgefaßt werden. Solche Versuche über Stellung der Beine und des Hinterleibes stellte ich auch mit Wespen (*Vespa crabro* L., *Polistes*), Bienen (*Apis mellifica* L.), Hummeln (*Bombus agrorum* L.), Schwärmern (*Sphinx pinastri* L.) und Odonaten (*Aeschna grandis* L.) an, stets mit dem gleichen Erfolg.

Alle diese Beobachtungen berechtigen zu dem Schluß, daß die Anschauungen von *Bellesme* und *Amans* falsch sind. Weder die Beine noch der Hinterleib werden von den Insekten als Steuer gebraucht.

Ehe ich zu meinen Versuchen die Gabel benutzte, durchstach ich mit einer möglichst langen und dünnen Nadel die Brust der Versuchstiere, um auf diese einfache, wenn auch unvollkommene Weise ein vorläufiges Urteil zu bekommen. Dabei kam es häufig vor, besonders bei Dipteren, daß die Tiere mit zunehmender Schnelligkeit eine Drehung nach der rechten oder linken Seite ausführten, so daß sie rasch um die Nadel rotierten. Diese Bewegungen traten ohne Lageveränderung der Extremitäten oder des Abdomens ein, und der Gedanke lag nahe, daß die *Flügel* es sind, welche die Steuerung herbeiführten.

(Schluß folgt.)

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Schwäbische Städte.

In der Sitzung am 8. April hielt Herr Professor Dr. R. Gradmann (Tübingen) einen Vortrag über schwäbische Städte, dem eine über die Begrenzung der Titellankündigung hinausgehende allgemeine Bedeutung zukommt. Die Betrachtung der Stadtanlagen gehört von jeher zu den beliebtesten und anziehendsten Gegenständen der Siedlungsgeographie, wobei sich eine Anschauung über die Entstehung der Städte herausgebildet hat, die von der Voraussetzung ausgeht, daß die meisten Städte sich allmählich aus Dörfern entwickelt haben, hauptsächlich durch die städteerzeugende Kraft des Verkehrs. Vor allem mußte es daher an jenen Stellen zur Städtebildung kommen, wo wichtige Handelsstraßen sich kreuzen, oder wo der Verkehr sich aus irgendeinem Grunde staut, was meist infolge von natürlichen Hindernissen, wie beim Übergang über Flüsse (Brückenstädte), über Gebirgspässe (Paßstädte) oder vom Land zum Meer (Hafenstädte) der Fall ist.

Die Untersuchungen des Verfassers über schwäbische Städte haben ihn nun zu der Ansicht geführt, daß die im vorstehenden kurz skizzierte Auffassung nicht richtig sein könne, denn man müßte, um die Anlage der zahlreichen schwäbischen Städte zu erklären, ein dichtes Gewirr von großen sich kreuzenden Handelsstraßen mit regem Frachtverkehr annehmen. Aber eine solche Annahme führt zu unbefriedigenden Ergebnissen, und der Vortragende suchte sich daher ein anderes Bild von der mittelalterlichen Städtegründung zu

machen, das besser mit demjenigen übereinstimmt, welches die Geschichtsforschung der beiden letzten Jahrzehnte allmählich aufgestellt hat. Danach sind die mittelalterlichen Städte Schwabens regelmäßig aus Marktsiedelungen hervorgegangen, die sich aber nicht etwa nach und nach aus dörflichen Siedelungen entwickelt haben, sondern vielmehr in zielbewußter Weise durch einen Marktherrn neu begründet worden sind, der seinen Vorteil in der Erhebung von Marktzöllen und anderen Abgaben suchte. Im Zusammenhang damit ist der Marktverkehr mit der nächsten Umgebung als erste Grundlage des städtischen Wirtschaftslebens aufzufassen, und zwar ist die Quelle der Marktplätze der regelmäßig sich wiederholende Wochenmarkt, nicht der Jahrmarkt oder die Messe. Zieht man aus dieser Entstehungsart die siedlungsgeographischen Folgerungen, so gelangt man zu einer in mancher Beziehung gegen die frühere Ansicht veränderten Auffassung.

In klarer und überzeugender Darstellung, bei der das liebevolle Eingehen in die topographischen Einzelheiten der Stadtanlage besonders sympathisch berührte, führte der Vortragende seine Gedanken an den Beispielen einer Reihe von schwäbischen Städten des näheren aus. An den Lageverhältnissen von Ulm, Ravensburg, Friedrichshafen, Eßlingen, Hall (das seinen Namen einer ergiebigen Solquelle verdankt und dessen Pfennige zu der Münzbezeichnung Heller Veranlassung gegeben haben), Stuttgart-Cannstatt und Tübingen zeigte er, daß man in der Tat von der neuen Anschauung aus zu einem weit befriedigenderen Verständnis der tatsächlichen Städtelagen gelangt. Eine Reihe von Eigentümlichkeiten im Grundriß der Städte, unter denen die rippenförmige und die leiterförmige Anordnung besonders hervorstechen, die seitliche Lage des Marktplatzes neben der Hauptstraße, die Spornsiedelungen der Städte an Flußvorsprüngen, die Vorliebe der Städtelagen für einen erhöhten Standpunkt, während die Dörfer eine Schutzlage in der Anschmiegun an die Hohlformen (Talgründe, Nestlagen) suchen, erfuhren eingehende Würdigung.

Eine besondere Eigentümlichkeit Schwabens bilden die zahlreichen Land- oder Zwergstädte. Sie sind es, denen das Land seine große Städtedichte verdankt, die doppelt so groß ist wie in Preußen, und die vor allen Dingen dem Herrschergeschlecht der Hohenstaufen zu verdanken ist, zu deren politischen Grundsätzen die Anlage von Städten gehörte. Diese kleinen Städte gruppieren sich teils zu Paaren, teils aber zu förmlichen Reihen und Knäueln. Auf ihre Rechnung ist ein großer Teil der Kleinbürgerlichkeit (altfränkisch) oder Weltfremdheit zu setzen, deren sympathischer Einfluß sich in einer wohlthätigen Ausgleichung der Standesunterschiede bemerkbar macht. Es handelt sich also bei diesen Zwergstädten, deren manche nur wenige hundert Einwohner besitzen, nicht um zurückgebliebene Dörfer, sondern um fehlgeschlagene Städtegründungen. Nach dieser Richtung hin bedürfen die bisher geltenden Grundsätze der Siedlungsgeographie einer Berichtigung bzw. Ergänzung. Ebenso ist noch erwünscht eine Revision der bisherigen Auffassungen in bezug auf die Marktlage, die neben der bisher allein beachteten Fernverkehrslage in Rechnung gezogen werden muß, wenn der Markt die erste wirtschaftliche Grundlage gewesen ist. Sorgfältig ausgewählte Lichtbilder und eine Ausstellung stimmungsvoller Aquarelle aus schwäbischen Städten von Professor Bannow erhöhten die Anschaulichkeit des Vortrags. O. Baschin.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein):

Über zeichnerische Ausgleichsverfahren.

In der Sitzung vom 4. April hielt Herr Geheimer Baurat Bindemann einen Vortrag über zeichnerische Ausgleichsverfahren. Zur numerischen Darstellung von Beobachtungsergebnissen erhält man meist Gleichungen, deren unmittelbare algebraische Auflösung nach den Konstanten nicht möglich ist; man ist alsdann zu einer Ausgleichungsrechnung genötigt und wählt dazu in der Regel die Methode der kleinsten Quadrate. Zweck des Vortrages war es, nachzuweisen, daß sich zeichnerische Ausgleichsverfahren so verfeinern lassen, daß sie die vielfach unnötig genaue und zeitraubende rechnerische Methode ersetzen können. Der Vortragende beschränkte seine Ausführungen auf einige neue, von ihm erdachte und an hydrographischen Messungen erprobte zeichnerische Darstellungen. Diese beziehen sich auf die Ausgleichung solcher Messungen, bei denen nicht die unmittelbaren Beobachtungen, sondern Funktionswerte von ihnen in die zu ermittelnde lineare Gleichung eingehen. Die zeichnerische Darstellung der wirklichen Messungsergebnisse ist außerdem — gewissermaßen als Kontrolle — erwünscht. Das Prinzip des Bindemannschen Ausgleichsverfahrens läßt sich kurz folgendermaßen darlegen:

Sind die Funktionswerte x, y, z von drei Veränderlichen durch die Gleichung $z = a + bx + cy$ miteinander verbunden, und schreibt man die Gleichung in der Form: $z = a + b(x + c/b \cdot y)$, so kann man den Klammerausdruck in einer (x, y) -Ebene und die ganze Gleichung in einer zweiten (z, x, y) -Ebene darstellen. Durch zeichnerisch zu erprobende, passende Projektion der ersten Ebene auf die zweite kann man es erreichen, daß der Klammerausdruck als Abszisse in der zweiten Ebene erscheint. Praktisch erhält man z. B. diese neue Abszisse bzw. das Zusatzstück $c/b \cdot y$ zur x -Abszisse dadurch, daß man in einem rechtwinkligen Koordinatensystem x als Abszissen nach rechts, y als Ordinaten nach unten aufträgt und durch die erhaltenen Punkte parallele Geraden bis zum Schnittpunkt mit der Abszissenachse zieht. Ist die Richtung dieser Parallelen so gewählt, daß die Tangente ihres Neigungswinkels α gegen die Ordinate gleich der Größe c/b ist, so müssen die in den Schnittpunkten mit der Abszissenachse als Ordinaten aufgetragenen z auf einer geraden Linie liegen, wenn die Beobachtungen der Gleichung genau entsprechen. Durch die Drehung der Parallelen (Veränderung des Neigungswinkels α) ermittelt man also zeichnerisch durch Probieren die den Beobachtungen am besten entsprechenden Werte von b und c . An Hand einer größeren Zahl von Zeichnungen wurde die praktische Durchführbarkeit dieser graphischen Ausgleichung dargetan.

Herr Bindemann zeigte ferner, daß sich auch die Methode der kleinsten Quadrate unmittelbar zeichnerisch darstellen läßt, indem man die eben skizzierte geometrische Konstruktion auf die Normalgleichungen anwendet. Das Verfahren entspricht dann der graphischen Darstellung von Bewegungsmomenten in der Statik, wobei die z als Gewichte oder Kräfte, dagegen die x und y als Hebelarme aufzufassen sind. Auch für dieses Ausgleichsverfahren wurden Beispiele gegeben. Sofern die Zahl der Veränderlichen nicht mehr als drei beträgt, kann durch solche Zeichnungen eine sehr beträchtliche Rechenarbeit gespart werden. R. Süring.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 20.

19. Mai 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Veröffentlichungen. Von *Prof. Dr. Karl Fischer, Berlin-Friedenau.* S. 261.

Diffusion von Metallen in festem Zustande. Von *Prof. Dr. Ernst Rüst, Zürich.* S. 265.

Wie steuern die Insekten im Flug? Von *Privatdozent Dr. F. Stellwaag, Erlangen.* (Schluß.) S. 270.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 273.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, 1916, Bd. 50, H. 3. S. 273.

Mitteilungen aus dem Königl. Materialprüfungsamt, 1915, Jg. 33, H. 5/6. S. 273.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, April 1916. S. 274.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 7. S. 274.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, März 1916. S. 275.

Archiv für Elektrotechnik, 1916, Bd. 4, H. 5/6 u. 7/8. S. 275.

Geographische Zeitschrift, 1916, H. 4. S. 276.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 47, H. 1. S. 276.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, 1916, Bd. 39, H. 3. S. 276.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle

Von

Emil Abderhalden

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle

Vortrag gehalten an der 94. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Solothurn 2. August 1911

2. Auflage

Preis M. 1.—

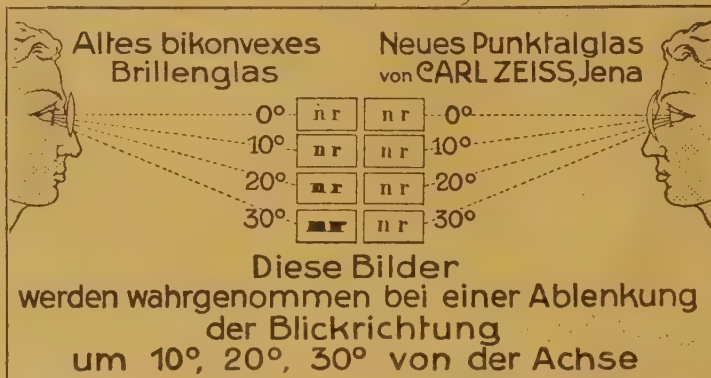
Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

Punktuell abbildende Brillengläser für Kurz- u. Weitsichtigkeit und Astigmatismus.

Deutliche Abbildung

bei jeder Blickrichtung von der Mitte bis zum Rande des Glases.



Ausnutzung der natürlichen Beweglichkeit des Auges.

Brillen mit Punktalgläsern sind ohne jeden Mechanismus als Sport- und Schießbrillen zu benutzen

Nur durch Optiker
zu beziehen

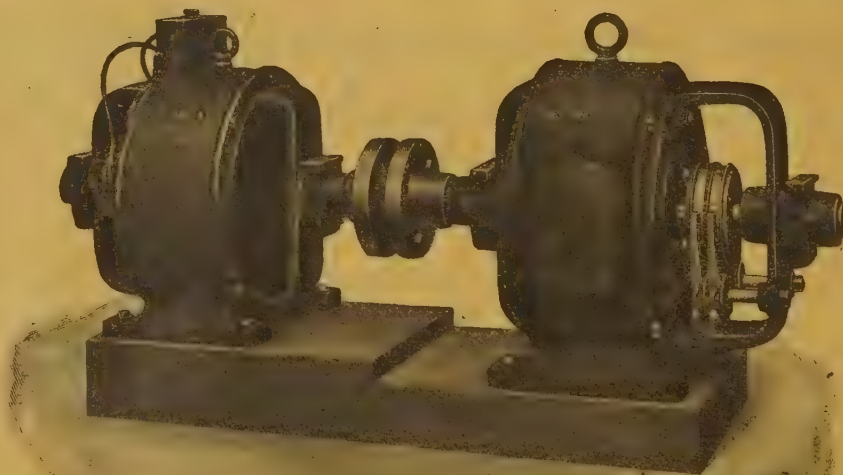
Berlin
Hamburg



Wien
Buenos Aires

Prospekt Opto 49
kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk Siemensstadt bei Berlin



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

19. Mai 1916.

Heft 20.

Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Veröffentlichungen.

Von Prof. Dr. Karl Fischer, Berlin-Friedenau.

1. Aufgaben der Anstalt.

Deutschland, namentlich Norddeutschland, hat einen nur mäßig großen Wasserschatz. Die Zusammenrechnung des in den Flußbetten und Seebecken enthaltenen Wassers würde zwar auf stattliche Zahlen führen, und zu diesen Mengen kommt noch das Grundwasser. Soll jedoch die Wasserwirtschaft nicht in Raubbau ausarten, so steht für das Jahr durchschnittlich nur so viel Wasser zur Verfügung, wie die Natur im Jahre liefert. Diese Menge ist nicht gleich der des Regens, da die wieder verdunstende Menge abzuziehen ist. Allerdings ist auch diese von großem Nutzen, besonders für die Pflanzenwelt; auch ist sie der menschlichen Einwirkung nicht ganz entzogen, da sie sich mit der Art der Bebauung des Bodens ändert. Dies sind jedoch Fragen für sich, von denen man bei einem allgemeinen Überblick absehen kann. Als Gegenstand der Wasserwirtschaft bleiben dann nur die abfließenden Mengen übrig. Ob der Abfluß an der Oberfläche oder auf dem Umwege durch das Grundwasser erfolgt, ist unwesentlich. Nur kann man vorläufig nicht mit den Mengen rechnen, die unmittelbar aus dem Grundwasser ins Meer gelangen, da man sie nicht kennt. Mit dieser Einschränkung beträgt die Abflußhöhe im nördlichen Mitteleuropa (Memel- bis Emsgebiet) durchschnittlich etwa 17 cm im Jahre, auf den Quadratmeter und den Tag mithin (da $1 \text{ mm} \times 1 \text{ qm} = 1 \text{ l}$) noch nicht einen halben Liter. Dies ist also unser Wasserschatz.

Dabei werden die Ansprüche an das Wasser immer vielseitiger und widerspruchsvoller. So dürfen die Wasserstände für die Schifffahrt weder zu hoch noch zu niedrig sein. Auch der Landwirtschaft ist mit mittleren Wasserständen im allgemeinen am besten gedient. Für viele Niederungen wird indessen eine alljährliche Überflutung zur Anfeuchtung des Bodens oder zur Ablagerung von fruchtbarem Schlick dringend gewünscht. Jedoch soll das Hochwasser nicht zu unrechter Zeit kommen, auch nicht zu groß sein. Neben den Forderungen des Verkehrs und der Landwirtschaft steht die Gewinnung von Wasserkraft. Während für die Bekämpfung schädlicher Hochwasser Talsperren mit leeren Schutzräumen zur Aufnahme des Schadenwassers erwünscht sind, ergibt sich die meiste Wasserkraft bei möglichst hoher Füllung der Staubecken. Ebenso

lassen sich die Wasserstände an den Wehren eines kanalisierten Flusses nicht derart regeln, daß dabei sowohl die Schifffahrt am besten fährt, wie auch ein möglichst hoher Kraftgewinn erzielt wird. Auch an Streitigkeiten der Müller untereinander fehlt es nicht. Und so geht es fort. Bei grober Verunreinigung des Wassers gehen die Fische zugrunde, auch wohl die Gräser der Wiesen, auf die das Wasser gelangt. Wenn die Verunreinigung des Wassers aufhören sollte, müßten aber viele Fabriken zugrunde gehen, so z. B. die Kaliwerke. Einer zunehmenden Kaliversalzung der Weser steht auch die Stadt Bremen mit Mißbehagen gegenüber, da sie sich aus der Weser mit Trinkwasser versorgt. Kurzum, „wat dem einen sin Uhl is, is dem annern sin Nachtigall“.

Wasserrecht und Wasserwirtschaft der Gegenwart werden deshalb von dem Bestreben beherrscht, zwischen den widerspruchsvollen Anforderungen an das Wasser die Ausgleichungen zu finden, die für die Volkswirtschaft als Ganzes am günstigsten sind. Hierzu gehört aber eine Gewässerkunde, die in der Lage ist, alle in das Gebiet gehörenden Erscheinungen in ihren Zusammenhängen zu übersehen. In dem Maße, wie die wasserwirtschaftlichen Aufgaben ständig größer und schwieriger wurden, zeigte sich überhaupt immer mehr, daß, wie es in der Denkschrift heißt, die dem preußischen Landtage mit dem Antrage auf Zustimmung zur Errichtung der Landesanstalt für Gewässerkunde zuzuging, eine zuverlässige und erschöpfende Gewässerkunde die notwendige Grundlage für eine zweckmäßige, sowohl die Wassernutzung als auch die Wasserabwehr umfassende Wasserwirtschaft ist.

Diese Worte umschließen also die Aufgaben der im Jahre 1902 errichteten Anstalt. Die Wasserwirtschaft hätte nicht schon damals in so hoher Blüte stehen können, wenn die Gewässerkunde nicht längst sorgfältig gepflegt worden wäre. Denkwürdig ist, zumal unter den jetzigen Verhältnissen, daß die preußische Staatsregierung gerade in Preußens allerschwerster Zeit, nämlich im Jahre 1810, die Einrichtung eines zusammenhängenden Netzes von Pegelstellen zur regelmäßigen Messung der Wasserstände an den Hauptströmen, ihren wichtigsten Nebenflüssen und der Küste angeordnet hat, nachdem solche Beobachtungen in Preußen bis dahin nur an vereinzelten Stellen erfolgt waren. Ausgesprochener Zweck der Beobachtungen sollte sein, die richtigen „Operationen“ an den Gewässern zu ermöglichen und hierdurch zur Hebung der Wohlfahrt des Staates beizutragen. Die Einführung der Pegelbeobachtungen, die vom König Friedrich

Wilhelm III. lebhaft gefördert wurde, fällt also unter die große Losung jener Tage, die gegenüber den Bedrängnissen von außen ein ernstes Zusammenfassen der inneren Kräfte des Staates, der geistigen und sittlichen wie der wirtschaftlichen, forderte, um ihn aufs neue emporzubringen.

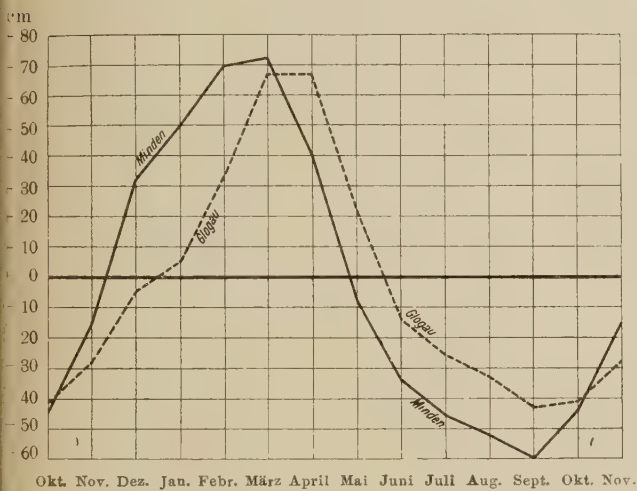
Bevor die Landesanstalt für Gewässerkunde zu einer festen Einrichtung wurde, konnte sie ihren Nutzen bereits als hydrographisches Bureau des sogenannten preußischen Wasserausschusses erweisen. Um 1880 hatte nämlich, zunächst hauptsächlich im Odergebiet, eine auffallende Zunahme der Hochwasser an Zahl und Höhe begonnen, die in großen, an mehreren Strömen mit außerordentlichen Verheerungen verbundenen Frühjahrshochwassern in den Jahren 1888, 1889 und 1891 ihren Höhepunkt erreichte. In den Kreisen der Geschädigten war hierdurch eine große Beunruhigung entstanden, die sich besonders in Zweifeln darüber äußerte, ob nicht das bei der Regulierung und Kanalisierung der preußischen Flüsse befolgte Verfahren die Entwicklung schädlicher Hochfluten gefördert habe. Durch einen Allerhöchsten Erlaß wurde daraufhin der genannte Ausschuß berufen, um die Ursachen der Überschwemmungen unter besonderer Berücksichtigung der geltend gemachten Bedenken zu prüfen und Vorschläge zur Einschränkung der Hochwassergefahren zu machen. Zur Beschaffung der hierzu nötigen wissenschaftlichen Unterlagen wurde ein eigenes hydrographisches Bureau errichtet, mit dessen Leitung der jetzige Wirkliche Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. H. Keller betraut wurde. Dieser sorgte für ganze Arbeit, die, abgesehen von mehreren Veröffentlichungen über Sonderfragen, in Gestalt umfassend angelegter und durchgeführter Werke über die norddeutschen Ströme in die Öffentlichkeit trat. Diese Werke, in denen die Ströme Memel, Pregel, Weichsel, Oder, Elbe, Weser und Ems nebst ihren Stromgebieten und wichtigsten Nebenflüssen eine zugleich hydrographische, wasserwirtschaftliche und wasserrechtliche Darstellung gefunden haben, bilden nebst einem ähnlichen Werk über den Rheinstrom und einem solchen über die Küstenflüsse die grundlegenden Handbücher der Gewässerkunde Norddeutschlands¹⁾. Wesentlich an ihnen ist, daß sie die Erscheinungen nicht nur in ihren naturwissenschaft-

lichen Zusammenhängen darstellen, sondern dabei zugleich die für Sammelwerke erforderliche enzyklopädische Anordnung aufweisen, welche alle Seiten der Sache berücksichtigt. Die Gewässerkunde ist zwar Naturwissenschaft, aber nicht nur Naturwissenschaft. Ebenso wie das Klima, die Bodenbeschaffenheit und Bodengestalt der Gebiete, die Gliederung des Gewässernetzes, die Maßverhältnisse, Wasserstände und Abflußmengen der Flüsse und die Wechselwirkungen zwischen Erdrinde und Wasser, muß sie Deiche, Siele, Wehre, Schleusen, Pumpwerke und alle die anderen Dinge kennen, durch die der Wasserbau in die Gestaltung der Flußbetten und des Abflußvorgangs eingreift. Selbstverständlich sind die künstlichen Einwirkungen nicht auf dieselbe Stufe zu stellen wie die Naturerscheinungen, da jene sich ja nach den natürlichen Bedingungen richten müssen. Wenn aber aus einem Naturkörper erst einmal eine Kreuzung aus Natur und Kunst geworden ist, was für die deutschen Flüsse fast durchweg zutrifft, dann hängt das Verhalten dieses Gebildes von seiner *beiderseitigen* Herkunft ab. Zum Beispiel braucht nur eine Brücke umgebaut zu werden, so können sich die durchschnittlichen Eisverhältnisse, die sonst ein so gutes Mittel zum Nachweis von Klimaschwankungen sind, auf einer langen Strecke ober- und unterhalb vollständig ändern.

Für die Weiterentwicklung der Gewässerkunde sind aus den Stromwerken namentlich die Abschnitte über den „Abflußvorgang“ bedeutsam geworden. Unter dieser Bezeichnung sind alle Erscheinungen zu verstehen, die durch die Wasserstände und Abflußmengen zum Ausdruck kommen, besonders also alle Veränderungen der Wasserstände und Abflußmengen nach Raum und Zeit. Die Untersuchungen hierüber ergaben, daß die norddeutschen Ströme sich in ihrem Abflußvorgang weit mehr voneinander unterscheiden, als man nach der doch nur mäßig großen klimatischen Verschiedenheit zwischen ihren Gebieten erwarten sollte. Hierbei ist nicht an die Unterschiede zwischen Gebirgs- und Flachlandflüssen gedacht, da es selbstverständlich ist, daß diese erheblich sind; sondern es bestehen daneben Abweichungen anderer Art. Wer nur nach dem Kartenbild und den allgemeinen Zügen des Klimas urteilt, wird z. B. schwerlich vermuten, daß der Abflußvorgang der Weser sich in einer ganz *wesentlichen* Hinsicht von dem der Oder unterscheidet. Selbst der mittlere jährliche Gang der Wasserstände (Fig. 1) deutet kaum darauf hin. Wie bei allen Flüssen Norddeutschlands, ist der Wasserstand an beiden Strömen durchschnittlich in der zweiten Hälfte des von November bis April zu rechnenden Winterhalbjahrs am höchsten, im Herbst am niedrigsten. Der Auf- und Abstieg hierzwischen vollzieht sich bei beiden in Gestalt einer einfachen, ohne Nebenscheitel verlaufenden Jahreswelle, wobei sich diese Wellen nur etwas gegeneinander verschieben. Und doch unter-

¹⁾ Den Anfang machte das 1889 vom Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie in Baden herausgegebene Werk über den Rheinstrom (Berlin, Ernst & Korn). Die im Auftrage des Wasserausschusses herausgegebenen Werke über die Ströme Memel bis Ems erschienen 1896—1902 (Berlin, Dietr. Reimer), das in der L. f. G. von J. Kres bearbeitete Werk Deutsche Küstenflüsse 1911 (Berlin, E. S. Mittler & Sohn). Dem Rheinwerk hat das badische Zentralbureau bis 1908 noch 8 Hefte „Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet“ folgen lassen, von denen Heft 6 eine Hydrographie des Mains, Heft 7 eine solche der Mosel gibt.

scheiden sich beide Ströme ganz wesentlich, nämlich darin, daß die Weser im Sommer nur außerordentlich selten ein großes Hochwasser hat, die Oder dagegen sehr häufig. Die übrigen aus den Mittelgebirgen kommenden norddeutschen Ströme, auch der Rhein, haben bedeutende Sommerhochwasser weit häufiger als die Weser, aber nicht so oft wie die Oder. Im vergangenen Jahr (1915) hat sich diese Abstufung, namentlich das Sonderverhalten der Weser, in besonders auffallendem Maße geltend gemacht. Die Oder hatte sowohl im August wie im Oktober ziemlich großes Hochwasser, Anschwellungen über Mittelwasser außerdem im Juli und im September. Die Nachbarströme Weichsel und Elbe nahmen an dieser Unruhe der Wasserstände teil, wenn es zu einem ausgeprägten Hochwasser auch nur an der Elbe kam. Die Weser wurde dagegen von diesen Schwankungen fast gar nicht berührt, sondern hatte von Juni bis November Niedrigwasser.



Okt. Nov. Dez. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov.

Fig. 1. Mittlerer jährlicher Gang der Wasserstände in Abweichungen vom Jahresmittel.

Auch die Weser hat Zubringer mit ungestümen Sommerhochwassern, nämlich die Harzflüsse. Deren Hochwasser allein werden aber dem Weserstrom nicht gefährlich, da sie erst in dessen untere Strecke gelangen und auch dies erst durch Vermittlung von Wasserläufen, in denen sie stark verflachen. Die Hochwasser der Weser hängen hauptsächlich von der Fulda, innerhalb des Fuldagebietes aber hauptsächlich von der Eder ab. Mit den Hochwassern der Eder sind zugleich die der Weser gezähmt, was von jetzt ab durch die Waldecker Talsperre möglich ist, durch die ein Stauraum von 202 Millionen Kubikmetern geschaffen ist.

Für die Wasserwirtschaft ist es sehr vorteilhaft, wenn die gefährlichen Hochwasser sich, wie die der Hochwasserflüsse im oberen Wesergebiet und infolgedessen auch die der Weser selbst, fast ausschließlich auf das Winterhalbjahr beschränken. Denn an Talsperren zur Bekämpfung der Hochwasser braucht dann nur in dieser Zeit ein

größerer Hochwasserschutzraum freigelassen zu werden, während das Staubecken im Frühjahr gefüllt und die Wasserabgabe nun im wesentlichen so geregelt werden kann, wie es für die Aufhöhung zu niedriger Sommerwasserstände, für Bewässerungen, für Kraftgewinnung oder sonstige Zwecke wünschenswert ist. Der im Becken vorgesehene Schutzraum kann also für den Sommer, für den ein plötzliches Eintreten starker Hochwasser nicht zu fürchten ist, zu einem guten Teil in einen Nutzraum verwandelt werden. Es brauchen große Wassermassen also nicht gerade in der Jahreszeit nutzlos fortgegeben zu werden, in welcher der Bedarf nach Zuschüssen am häufigsten eintritt. An den hochwassergefährlichen Flüssen des Odergebietes lassen sich Schutz- und Nutzraum dagegen nicht in solchem Maße miteinander vertauschen wie an denen des oberen Wesergebietes, da die Gebirgsflüsse des Odergebietes gerade in der Jahreszeit von den ungestümsten Hochfluten bedroht werden, in denen die Abflußmengen durchschnittlich immer kleiner werden. Hier ist es also viel schwerer, die Vorräte aus dem wasserreichen Winter in den wasserarmen Sommer zu strecken. Mindestens müßte Gewähr dafür sein, daß beim Nahen eines Hochwassers genügende Schutzräume durch Entlastung der Becken noch hergestellt werden können. Die Plötzlichkeit, mit der sich die Hochwasser im Gebirge entwickeln, setzt dieser Sicherheit aber enge Grenzen, wenn die Entlastung nicht so schnell erfolgen soll, daß sie selbst Schadenwasser erzeugt. Ändern würde sich das, wenn es möglich wäre, die Hochwasser rechtzeitig aus der Wetterlage vorherzusagen. Von sicheren Vorhersagen dieser Art sind wir aber noch weit entfernt.

Bei den Talsperren an den hochwassergefährlichen Nebenflüssen im westlichen Teil der Sudeten besteht noch eine zweite Schwierigkeit. Beim natürlichen Abflußvorgang gelangen, wenn die das Hochwasser hervorruftenden Niederschläge in den einzelnen Zuflußgebieten annähernd gleichzeitig fallen, die Hochwassermassen der Weistritz, Katzbach, des Bobers und der Lausitzer Neiße, weil sie kleinere Wege zurückzulegen haben, früher in den Oderstrom, als die Hauptmasse des Hochwassers aus dem Gebiet oberhalb Breslau eintrifft. Wird also Hochwasser an den unterhalb Breslau mündenden Nebenflüssen zurückgehalten, so darf es nicht sogleich nach dem ersten Ansturm abgelassen und so dem Strom vielleicht gerade in der Zeit zugeleitet werden, in der er aus dem Gebiet oberhalb Breslau das meiste Wasser empfängt. Der Hochwasserschutz an den Nebenflüssen würde sonst zur erhöhten Hochwassergefahr für den Hauptstrom werden. Somit kann es eine Reihe von Tagen dauern, ehe die Schutzräume sich wiederherstellen lassen. Es kommt im Odergebiet aber öfter vor, daß größere Anschwellungen eines Flusses in kurzen Zeitspannen aufeinander folgen.

Diese Beispiele mögen einstweilen genügen, um anzudeuten, wie die Betrachtungen über den Abflußvorgang in den Stromwerken angelegt sind und wie sie sich anwenden lassen. Da es nun aber weniger darauf ankommt, daß die richtigen Schlüsse aus ihnen gezogen werden können, als daß sie zu rechter Zeit auch wirklich gezogen werden, so ist die Landesanstalt für Gewässerkunde, in welche das Bureau des Wasserausschusses umgewandelt wurde, als dieser nach Erfüllung seiner Aufgaben wieder aufgelöst werden konnte, in enge Verbindung mit den Zentralstellen gebracht, zu deren Geschäftskreis die oberste Leitung der wasserwirtschaftlichen Angelegenheiten gehört. Die Anstalt ist zu diesem Zwecke nicht als besondere Behörde gestaltet, sondern dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten eingefügt, zugleich aber auch dem Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten unterstellt. Ihr Leiter, Dr.-Ing. H. Keller, der bereits an der Spitze des Bureaus des Wasserausschusses stand, ist Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten.

2. Das Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands.

Das Jahrbuch ist dazu bestimmt, im Zusammenhang mit den erwähnten Stromwerken und in stetiger Ergänzung zu ihnen als zuverlässige, von jedem Sachverständigen benutzbare Quelle für die Bearbeitung wasserwirtschaftlicher Aufgaben aller Art zu dienen. Wasserwirtschaft läßt sich aber nicht ohne Wasserstatistik treiben, und ebenso ist diese zu rein wissenschaftlichen Untersuchungen über die Wasserführung nötig. Hauptgegenstand dieser Statistik sind die Wasserstände und Abflußmengen. An binnenländischen Flußstrecken, soweit diese nicht im Stau beweglicher Wehre liegen und hierdurch willkürlichen Veränderungen des Durchflußquerschnittes unterworfen sind, läßt sich die sekundliche Abflußmenge (Q) näherungsweise als eindeutige Funktion des Wasserstandes (h) auffassen. Durch eine ausreichende Zahl von Abflußmengenmessungen, die sich geeignet über die Spanne vom niedrigsten bis zum höchsten an der betreffenden Stelle vorkommenden Wasserstande verteilen, kann für jede derartige Stelle also eine Abflußmengenlinie $Q = f(h)$ ermittelt werden, nach der die Wasserstände in Abflußmengen oder diese in Wasserstände übersetzt werden können. Gewöhnlich dienen die Linien dazu, die Wasserstände in Abflußmengen zu übertragen. Die Messung der Wasserstände ist leicht, die der Abflußmengen langwierig und kostspielig¹⁾. Die Wasserstände werden daher fortlaufend beobachtet, Abflußmen-

genmessungen dagegen meist nur in der zur Festlegung der Abflußmengenlinien erforderlichen Zahl ausgeführt. So erklärt sich, daß die Wasserstände in der Wasserstatistik gewöhnlich weit mehr Raum einnehmen als die Abflußmengen, obgleich deren Bedeutung viel weiter reicht.

Durch Verbindung der Wasserstände (h) und Abflußmengen (Q) läßt sich die gesamte Abflußmasse irgendeines Zeitraumes nach der Formel $\Sigma(Q \cdot t)$ berechnen, wobei t die Dauer des zu Q gehörenden h bedeutet. Streng genommen, gehören zu gleichem h allerdings verschiedene Q , da das Gefälle bei bestimmtem h nicht immer genau gleich groß ist. So sind die Gefälle bei steigendem Wasser etwas anders als bei fallendem, und auch die Geschwindigkeit des Steigens oder Fallens wirkt auf sie ein. Penck hat darauf hingewiesen, daß auch die Schwankungen der Wassertemperatur die Beziehungen zwischen h und Q verändern, da wärmeres Wasser leichter fließt). Diese Einwirkungen kommen aber kaum gegen die Ungenauigkeiten auf, die durch die unvermeidlichen Meßfehler, mehr aber noch durch die vielfachen Schwankungen der Geschiebeführung und die mit ihnen in Verbindung stehenden Veränderungen der Flußbetten hervorgerufen werden. Eine Beziehung $Q = f(h)$ kann ja immer nur gelten, solange das Flußbett in dem Zustand bleibt, bei dem gemessen wurde. Es gibt aber lange Stromstrecken, ja ganze Ströme, deren Sohle sich fortgesetzt hebt oder senkt. Gewöhnlich kann man eine Abflußmengenlinie $Q = f(h)$ unter den Verhältnissen Norddeutschlands aber doch wenigstens für ein Jahr beibehalten. Die Möglichkeit, Abflußmengen und Wasserstände einander eindeutig zuzuordnen, hört jedoch im Stau beweglicher Wehre auf. Zweck und Wirkung solcher Wehre besteht ja darin, daß der Wasserstand innerhalb gewisser Grenzen durch Verkleinerung oder Vergrößerung der Durchflußöffnung von den Schwankungen der Abflußmenge unabhängig gehalten werden kann. Ebenso lassen sich die Q und h in der Mündungsstrecke eines Flusses nicht mehr eindeutig aufeinander beziehen, weil die Spiegelschwankungen des Gewässers, in das der Fluß mündet, ähnlich wirken wie die Öffnung oder Schließung eines Wehres. Ihre Wirkung kann sogar die der Wehre noch überbieten. Denn ein Wehr kann höchstens ganz geschlossen werden, so daß der Abfluß aufhört; in der Mündungsstrecke eines Flusses kann sich die Stromrichtung dagegen umkehren. So sind z. B. die größten Abflußmengen der Elbe unterhalb der Havelmündung kleiner als oberhalb, weil bei starkem Elbhochwasser erhebliche Wassermassen in die Havelniederung einströmen. Auch die Einströmung von Oderhochwasser in die Mündungsstrecke der Warthe ist schon beobachtet worden. Am Warthepegel Küstrin kann der Wasserstand dabei aber derselbe sein, als wenn Warthe-

¹⁾ Vgl. E. Beyerhaus, Die Abflußmengenmessungen der Rheinstrombauverwaltung zu Coblenz in den Jahren 1901—1907. Beschreibung der Ausführungsweise und der benutzten Vorrichtungen und Instrumente. Jahrb. f. d. Gewässerk. Norddeutschl., Besondere Mitteil. Bd. 2, Nr. 3.

²⁾ Penck, Morphologie der Erdoberfläche I.

hochwasser in normaler Weise in die Oder ausströmt. In Fällen solcher Art muß die Beziehung $Q = f(h)$ also durch eine allgemeinere ersetzt werden, welche noch eine dritte Veränderliche enthält. Beispiele hierfür folgen später.

Es wäre aber einseitig, die Wasserstände nur nach ihrem Zusammenhang mit den Abflußmengen zu betrachten. Sie haben für eine Reihe wichtiger Fragen ihre selbständige Bedeutung. Man braucht ja nur an die gegen unsere Truppen ins Werk gesetzten Überschwemmungen in Flandern zu denken¹⁾.

Die Wertung der Wasserstandszahlen wird dadurch erschwert, daß die Pegelnullpunkte, von denen aus sie gerechnet werden, im allgemeinen keine bestimmte sachliche Bedeutung besitzen. So bedeutet die Zahl 2 m am Elbpegel Dresden Hochwasser, am Elbpegel Wittenberge Mittelwasser, am Rheinpegel Mannheim Niedrigwasser, am Rheinpegel Bingen wieder Mittelwasser. Eine durchgreifende Beseitigung dieses Übelstandes ist nicht möglich; denn die Größe des Stromquerschnittes ändert sich von Strecke zu Strecke und mit ihr auch die Ausschlagweite der Wasserstände. Es könnte also höchstens eine Pegelzahl für den ganzen Strom eine bestimmte Geltung besitzen. Aber auch diese würde infolge der fortgesetzten Veränderungen des Strombettes nicht aufrechtzuerhalten sein. Durch tieferes Einschneiden des Flusses kann der Mittelwasserspiegel in wenigen Jahrzehnten auf den früheren Niedrigwasserspiegel sinken, durch Aufhöhung des Bettes dieser auf jenen steigen. Eine fortgesetzte Anpassung der Pegel an diese Änderungen würde zu Verwirrungen führen, außerdem für eine Vergleichung zwischen verschiedenen Zeiten genau dieselbe Schwierigkeit mit sich bringen, die jetzt bei der Vergleichung zwischen verschiedenen Stellen besteht. Die einzelnen Pegelzahlen lassen sich also nur aus der Gesamtheit der an der betreffenden Stelle bereits vorgekommenen Wasserstände verstehen. Im Jahrbuch f. d. Gewkd. Nordd. ist deshalb den jährlich neu hinzukommenden Wasserständen eine ausgiebige Reihe bezeichnender Mittel- und Grenzwerte aus den vorhergehenden Jahren beigelegt. So enthält das Jahrbuch 1911 unter den Vergleichszahlen für etwa 400 Pegel auch die Monatsmittel aus der Jahresreihe 1896—1910, womit es die Möglichkeit zu den mannigfachsten Vergleichen, insbesondere solchen des jährlichen Ganges der Wasserstände an den einzelnen Flüssen bietet.

Auch die Grundwasserstände werden an zahlreichen Stellen regelmäßig, wenn auch nicht täglich beobachtet. Die Landesanstalt hat wesentlich zur Vermehrung dieser Beobachtungen beigetragen, da das Grundwasser eine immer größere Bedeutung für unsere Wasserwirtschaft erlangt. Von besonderer Wichtigkeit scheinen die Bezie-

hungen zwischen Grund- und Flußwasser zu werden. Das Jahrbuch enthält vorläufig aber noch nicht die Ergebnisse der Grundwasserbeobachtungen, sondern nur Nachweisungen, wo und wie oft solche angestellt werden. (Der geologische Mitarbeiter der Landesanstalt, Prof. Dr. *Friedrich Vogel*, der die Organisation der Grundwasserbeobachtungen wesentlich gefördert und ihre Bearbeitung vorbereitet hat, ist als Landwehrhauptmann am 13. Januar 1915 bei einem Sturmangriff in den Kämpfen bei Soissons an der Spitze seiner Kompanie gefallen.) Das Jahrbuch enthält außerdem noch Nachweisungen von Gefälleaufnahmen, Querschnittaufnahmen und Beobachtungen der Wassertemperatur.

Die einzelnen Jahrgänge des Jahrbuches sind stromgebietweise in Hefte geteilt, denen ein allgemeiner Teil mit den nötigen Erläuterungen vorangeht. Dieser Teil enthält außerdem kurze Schilderungen der wichtigsten Abflußerscheinungen und der Eisverhältnisse des betreffenden Jahres. So bringt er im Jahrbuch 1911 vergleichende Betrachtungen über die ganz ungewöhnlichen Niedrigwasser der Jahre 1904 und 1911, wobei von einer Reihe von Flüssen auch die für manche Fragen wichtigen kleinsten Abflußmengen angegeben werden¹⁾. Als „Besondere Mitteilungen“ bringt das Jahrbuch außerdem in zwangloser Folge Abhandlungen oder sonstige zusammenfassende Darstellungen aus dem Gebiet der Gewässerkunde, meist von Beamten der Landesanstalt, gelegentlich auch von anderen Verfassern. Die folgenden Auszüge aus diesen Mitteilungen und den sonstigen Veröffentlichungen der Anstalt mögen mit der vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus wohl wichtigsten Frage der Gewässerkunde beginnen, nämlich mit den Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluß.

(Weitere Mitteilungen folgen.)

Diffusion von Metallen in festem Zustande.

Von Prof. Dr. Ernst Rüst, Zürich.

Das gegenseitige Ineinanderdringen zweier gasförmiger oder fester Stoffe, die sich unmittelbar berühren, ist eine längst bekannte Tatsache, die mit dem Namen Diffusion bezeichnet wird. Weniger bekannt ist aber, daß auch feste Stoffe, die sich innig berühren, ineinander diffundieren können. Die früheste wissenschaftliche Mitteilung über die Entstehung einer Legierung durch Diffusion rührt von *Faraday* her. Er beobachtete, daß Stahl und Platin zu einem Stab zusammengeschweißt werden konnten, der sich bei der Untersuchung mit Säure als eine Legierung erwies. Systematische Untersuchungen über

¹⁾ Eine vorläufige kurze Übersicht über das Verhalten der Flüsse im letzten Monat erscheint regelmäßig im Zentralbl. d. Bauverwaltg. und in der Statist. Korrespondenz.

¹⁾ H. Keller, Die Überschwemmungen in Flandern. Petermanns Mitteilg., Mai 1915.

die Diffusion von Metallen wurden erst im Jahre 1896 von *Roberts-Austen* ausgeführt. Dieser Forscher lötete an Bleistäbe kleine Scheiben von Gold an und erhitze die Stäbe dann während etwa 30 Tagen auf verschiedenen hohen Temperaturen. Durch Analyse von dünnen, aus dem Stab herausgeschnittenen Scheiben wies er nach, daß das Gold selbst bei einer Temperatur von nur 100° noch bemerkbar in das Blei eingedrungen war. Bei 250° stieg es in der angegebenen Zeit, entgegen der Schwere, bis zu 7 cm hoch.

In der Folge wurden noch allerlei ähnliche Diffusionsvorgänge zwischen Metallen beschrieben. Die oberflächliche Umwandlung eines Metalles in eine Legierung hat für die Verzinkung von Eisen und anderen Metallen sogar eine tech-

oberflächliche Metallegierungen unter Verwendung des *Schoopschen Metallspritzverfahrens* herstellen, und es kann dabei sehr schön beobachtet werden, wie die Bildung der Legierung allmählich erfolgt. *Schoop* bespritzte einen etwa 5 mm dicken, flachen Kupferstab mit einer ca. 0,1 mm dicken Zinkschicht. Er zerschnitt den Stab in Stücke und erhitze diese je 10 Minuten in einem Härteofen auf 500°, 700° und 830°. Die auf 700° und 830° erwärmten Stücke zeigten eine messinggelbe Oberfläche, während sich bei der nur auf 500° erhitzten Probe äußerlich keine Legierung feststellen ließ. Es wurden von sämtlichen Stücken mikrographische Schliffe hergestellt und zweckmäßig geätzt. Die Untersuchung unter dem Mikroskop ließ folgende Ver-

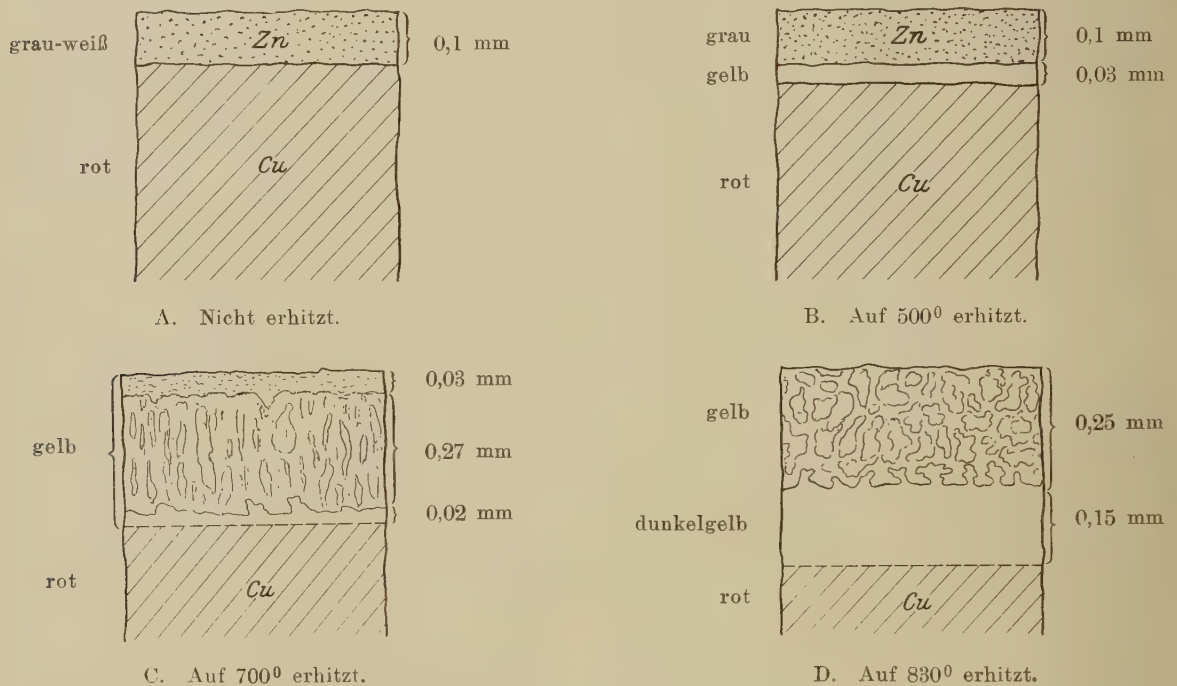


Fig. 1. Diffusion von Zink und Kupfer.

nische Bedeutung erlangt. Die Metallstücke, welche überzogen werden sollen, müssen lose in Zinkstaub verpackt werden, dem, zur Vermeidung von Sinterung, Zinkoxyd zugesetzt ist. Um die Oberfläche beständig mit frischem Material in Berührung zu bringen, werden die Gegenstände in einem Drehofen mehrere Tage lang auf 250° bis 300° erhitzt. Auf diese Weise erhält man eine oberflächliche Eisen-Zink-Legierung, obgleich die Temperatur weit unter dem Schmelzpunkte des Zinks liegt. In neuester Zeit wird ein ähnliches Verfahren zum Überziehen von Metallen mit Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen angegeben. Dieser Überzug soll Metalle, welche hoher Temperatur oder der unmittelbaren Einwirkung der Flamme ausgesetzt sind, vor dem Verbrennen schützen.

Auf viel einfachere Weise lassen sich solche

hältnisse erkennen: Das mit Zink bespritzte, nicht erhitzte Metallstück zeigte über dem roten Kupfer eine etwa 0,1 mm dicke, vom Kupfer scharf getrennte Lage von grauweißem Zink (Fig. 1 A). Das auf 500° erwärmte Stück läßt zwischen dem roten Kupfer und der grauen Zinkschicht ein 0,03 mm dickes, nach beiden Seiten scharf begrenztes messinggelbes Band erkennen (Fig. 1 B). An der auf 700° erhitzten Platte, bei der die Messingbildung schon bis zur Oberfläche durchgedrungen ist, zeigt der geätzte Mikroschliff 4 Schichten (Fig. 1 C). Unten das rote Kupfer (Fig. 2 a), dann ein sehr schmales, 0,02 mm breites, strukturloses messinggelbes Band (b), darauf, etwa 0,27 mm dick, eine messinggelbe Schicht mit zwei Strukturelementen (c) und zu äußerst ein 0,03 mm breites Band von kleinen Kristallen. Dieses Band ist leider auf der Mikrophotographie

nicht mehr deutlich zu sehen. Die auf 830° erhitzte Probe läßt nur mehr 3 Schichten erkennen (Fig. 1 D), über dem Kupfer (Fig. 3 a) ein dunkelmessinggelbes Band ohne erkennbare Struktur (b) und darüber eine heller gelb gefärbte Schicht mit 2 Strukturelementen (c).

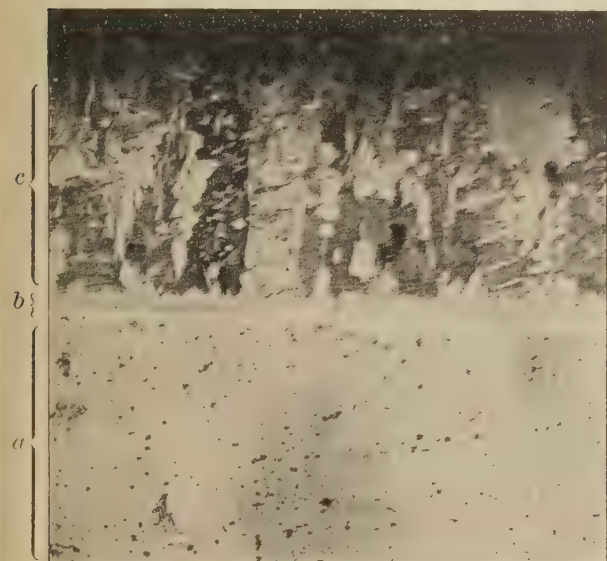


Fig. 2. Kupferplatte mit aufgespritztem Zinküberzug, 10 Min. auf 700° erhitzt.



Fig. 3. Kupferplatte mit aufgespritztem Zinküberzug, 10 Min. auf 830° erhitzt.

Die Mittelschicht geht ohne scharfe Grenze in das Kupfer über.

Zur Erklärung dieser interessanten Beobachtungen ziehen wir das im großen und ganzen bekannte Zustandsdiagramm der Kupfer-Zink-Legierungen herbei (Fig. 4). Es genügt vorerst, die Verhältnisse bei Zimmertemperatur zu

betrachten, um so mehr, als diese bis gegen 500° keine nennenswerte Veränderung erfahren. Das Zustandsdiagramm lehrt uns, daß Kupfer-Zink-Legierungen bis zu 35 %¹⁾ Zinkgehalt feste Lösungen von Zink in Kupfer darstellen. Die mikrographisch auf einem Schliff erkennbaren Kristalle sind Mischkristalle von Kupfer und Zink; ihre Zusammensetzung schwankt von Cu bis Cu_2Zn . Da sich die beiden Verbindungen ineinander lösen, so entstehen, trotz der zwischen den genannten Grenzen schwankenden Zusammensetzung, mikrographisch nicht voneinander unterscheidbare Kristalle. Wir heißen sie α -Mischkristalle. Die Kupfer-Zink-Legierungen mit 47 % bis etwa 50 % Zinkgehalt bilden ebenfalls Mischkristalle. Diese entsprechen ungefähr der Zusammensetzung CuZn (50 Atomprocente

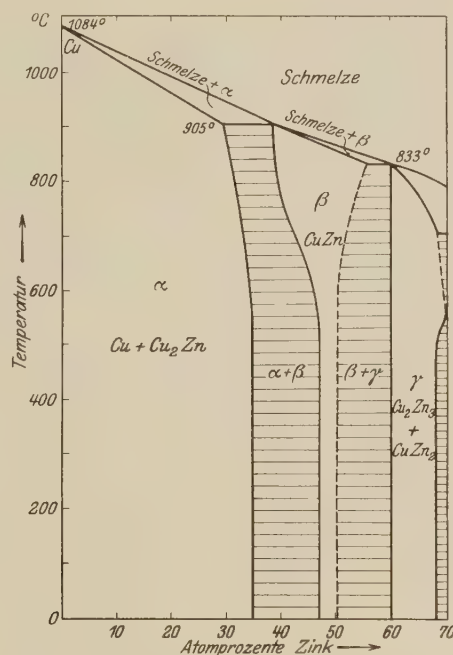


Fig. 4. Zustandsdiagramm der Kupfer-Zink-Legierungen.

Kupfer, 50 Atomprocente Zink, zum Teil mit einigen Prozenten gelösten Kupfers). Es sind die β -Mischkristalle. Enthalten Kupfer-Zink-Legierungen aber von 35—47 % Zink, so unterscheiden wir im mikrographischen Bild deutlich zwei verschiedene Kristallarten, die sich ineinander nicht lösen. Wir haben ein heterogenes Gemenge von $\alpha + \beta$ -Kristallen. Ein ähnliches heterogenes Gemenge, aber ein solches von $\beta + \gamma$ -Kristallen, bietet die Zone mit 50—60 % Zinkgehalt. Von da an bis zu 68 % Zinkgehalt gibt es wieder einheitlich aussehende γ -Mischkristalle, deren Zusammensetzung zwischen Cu_2Zn_3 und CuZn_2 schwankt. Ähnliches wiederholt sich bei den noch übrigen Zonen bis zu 100 % Zink-

¹⁾ Die Prozente sind Atomprocente; sie fallen aber nahezu mit den Gewichtsprozenten zusammen, da die Atomgewichte von Kupfer (63,6) und Zink (65,4) nur wenig voneinander abweichen.

gehalt. Da sie zur Erklärung des vorliegenden Falles nichts beitragen, sind sie im Diagramm weggelassen.

Betrachten wir nun die Diffusion einer dünnen Zinkschicht in ein dickes Kupferstück theoretisch, so ist leicht ersichtlich, daß wir zuerst eine Mittelschicht von β -Mischkristallen erhalten müssen (Fig. 5 A). Es diffundieren von den reinen Metallschichten aus ungefähr gleiche Mengen von Kupfer und Zink ineinander. Es entsteht also eine Legierung von etwa 50 % Zinkgehalt, die, wie uns das Zustandsdiagramm zeigt, β -Mischkristalle bildet. Dieser Zustand ist bei dem auf 500° erhitzten Probestück (Fig. 1 B) eingetreten. Geht nun die Diffusion von dieser β -Kristallschicht gegen das Kupfer hin weiter,

erklären, gehen wir von der $\alpha + \beta$ -Schicht aus (Fig. 5 B). Es wird von dieser Schicht her wieder Zink in das Kupfer eingehen, entsprechend der geringeren Zinkkonzentration noch weniger als vorher. Wir erhalten Legierungen von 35 % Zinkgehalt an abwärts. Nach unserem Zustandsdiagramm bilden sich α -Mischkristalle (Fig. 5 C). Betrachten wir nun den Weg des Kupfers: Dieses diffundiert durch die $\alpha + \beta$ -Schicht, aus dieser weiter in die β -Schicht und von da in die $\beta + \gamma$ -Schicht (Fig. 5 B). Da hier kein Zink mehr anstößt, wird die $\beta + \gamma$ -Schicht kupferreicher und verwandelt sich in ein CuZn enthaltendes β -Mischkristallband (Fig. 5 C). Dieses Bild gibt der Mikroschliff, der auf 700° erhitzt wurde (Fig. 1 C und Fig. 2). Wir können nämlich eine

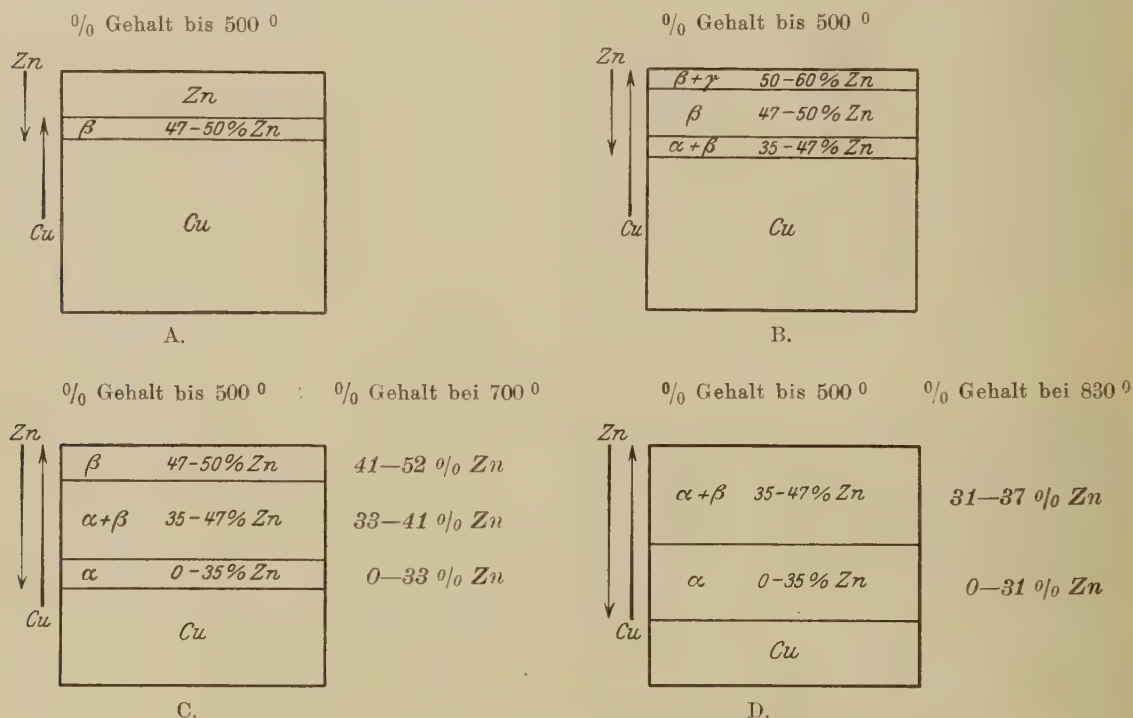


Fig. 5. Erklärung der Diffusionsverhältnisse.

so werden dort zinkärmere Legierungen entstehen, denn das Zink ist in der β -Schicht nur in einer Konzentration von etwa 50 % vorhanden. Es werden also nicht so viele Zinkmoleküle pro Flächeneinheit in das Kupfer diffundieren, wie wenn eine reine Zinkschicht anliegen würde. Eine ähnliche Betrachtung läßt sich für das Kupfer in bezug auf das an der Außenseite liegende Zink anstellen. Wie diese Überlegung zeigt, erhalten wir zu beiden Seiten der β -Schicht Bänder mit heterogenen Gemengen, dem Kupfer zu ein Band von $\alpha + \beta$ -Kristallen, entsprechend einem Kupfergehalt von 35—47 % Zink, und der Oberfläche zu eine Schicht von $\beta + \gamma$ -Kristallen mit 50—60 % Zink (Fig. 5 B). Dieser Zustand ist in den untersuchten Mikroschliffen nicht festgehalten, wohl aber der folgende. Um ihn zu

höhere Erhitzung während kürzerer Zeit gleichsetzen einer längeren Erhitzung bei niedriger Temperatur, weil die höhere Temperatur hauptsächlich eine Steigerung der Diffusionsgeschwindigkeit bewirkt. Hätte man das auf 500° erhitze Stück statt nur 10 Minuten lang vielleicht während 1—2 Stunden auf dieser Temperatur gehalten, so wäre in ihm die gleiche Veränderung vor sich gegangen, wie bei der Probe, die man 10 Minuten lang auf 700° erhitzte, denn die exakten Versuche von *Roberts-Austen* haben nachgewiesen, daß die Diffusionsgeschwindigkeit auch in festen Metallen mit der Temperatur sehr rasch steigt. Diese Überlegung ist allerdings nur dann ganz richtig, wenn man das höher erhitze Metallstück langsam abkühlen läßt. Dies ist bei den untersuchten Proben nicht geschehen. Diese sind

vielmehr sofort nach dem Herausnehmen aus dem Härteofen in kaltem Wasser abgeschreckt worden. Es hat sich in ihnen daher ein Zustand erhalten, wie er in dem Zustandsdiagramm auf der betreffenden Temperaturhöhe angezeigt wird. Das Zustandsdiagramm Fig. 4 lehrt uns aber, daß bis zur Höhe von 833° die Verhältnisse, die für Temperaturen bis zu 500° gelten, sich *prinzipiell* nicht ändern, daß nur der Bereich der einzelnen Kristallarten und Kristallmischungen etwas schwankt. Für die Temperatur von 700° ist der Bereich der β -Kristalle gewachsen; er umfaßt die Kristalle von 41—52 % Zinkgehalt, gegenüber 47—50 % für Temperaturen bis zu 500° . Aber auch unter diesen Umständen werden wir beim fortgesetzten Ineinanderdringen von Zink und Kupfer das Bild von Fig. 5 C erhalten, nur wird, unter sonst gleichen Verhältnissen, die $\alpha + \beta$ -Zone etwas kleiner.

Lassen wir die Diffusion von dem jetzt erreichten Zustande aus weiter gehen, so muß sich die α -Schicht (35—0 % Zink) immer mehr ausdehnen, und die β -Schicht wird schließlich verschwinden. Von der Außenseite kann kein Zink mehr nachkommen; das nach außen diffundierende Kupfer aber macht die Schicht immer kupferreicher oder, was das nämliche ist, zinkärmer. Sobald der Zinkgehalt bis außen hin unter 47 % sinkt, so muß die β -Schicht verschwinden und das $\alpha + \beta$ -Band bis zum Rande reichen (Fig. 5 D). Zugleich werden in der $\alpha + \beta$ -Schicht immer mehr α -Kristalle erscheinen, während die β -Kristalle sich vermindern. Diesen Zustand bestätigt sehr schön das Mikrophotogramm Fig. 3 des auf 830° erhitzten Probestückes (Fig. 1 D). Da auch dieses Stück abgeschreckt wurde, so haben wir eine leichte Verschiebung der Konzentrationsgrenzen für das Gebiet der α - und $\alpha + \beta$ -Kristalle (siehe Fig. 4 und Fig. 5 D, Prozentgehalt bei 830°). Aber auch hier wird an der für das Temperaturgebiet bis zu 500° geltenden Betrachtung prinzipiell nichts geändert.

Auf eines muß noch hingewiesen werden. Da das reine Zink einen Schmelzpunkt von 419° hat, so könnte man einwenden, daß schon bei einer Erhitzung auf 500° das Zink auf dem Kupferstück schmelze, und daß es sich deshalb nicht um eine Diffusion von Metallen in festem Zustande handle. Es ist möglich, daß die Zinkschicht im ersten Stadium der Erhitzung vielleicht zum Schmelzen kommt, da aber der Schmelzpunkt der Zink-Kupfer-Legierungen schon bei geringem Kupfergehalt sehr rasch steigt, so ist in späteren Entwicklungsstufen ein Schmelzen des äußeren Belages sicher ausgeschlossen. Eine Legierung mit nur 6 % Kupfergehalt schmilzt schon bei 500° ; die im ersten Stadium des Diffusionsvorganges sich bildenden β -Kristalle werden erst bei 833° flüssig, und das Gemisch der $\alpha + \beta$ -Kristalle und die α -Kristalle müssen auf mindestens 905° erhitzt werden, um zu schmelzen (siehe Fig. 4).

Der technische Wert der vorstehenden Untersuchung liegt darin, daß damit festgestellt werden kann, wie lange und auf welche Temperatur man das mit Zink bespritzte Kupfer erhitzen muß, um die technisch brauchbare α - oder $\alpha + \beta$ -Legierung zu erhalten. Die technisch verwerteten Messingsorten setzen sich nämlich aus α - oder $\alpha + \beta$ -Legierung zusammen; eine geringe Beimischung von γ -Kristallen macht das Messing außerordentlich spröde und brüchig. Die β -Legierung ist unter Umständen, wo es nicht auf Dehnbarkeit, sondern auf besondere Härte ankommt, noch zu verwenden, doch ist die Gefahr vorhanden, daß bei geringen Konzentrationsänderungen γ -Messing auftritt, denn die reine β -Form ist bei Zimmertemperatur nur auf einen sehr geringen Konzentrationsbereich (47—50 %) beschränkt.

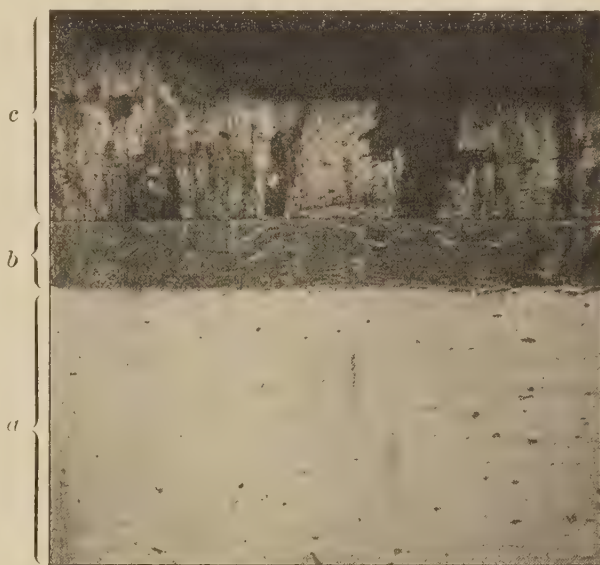


Fig. 6. Kupferplatte, mit Zink und Aluminium bespritzt, 15 Min. auf 700° erhitzt.

Da das Schoopsche Metallspritzverfahren zur Herstellung verschiedenartiger Oberflächenlegierungen offenbar viel besser geeignet ist als die oben erwähnten technischen Einpackungsmethoden, so hat Schoop noch weitere, zum Teil ausichtsreiche Versuche angestellt. Es sind z. B. Zink und Aluminium nacheinander auf Kupfer aufgespritzt und gemeinsam legiert worden. Die Mikroschliffbilder zeigen ähnliche Erscheinungen, wie bei den Kupfer-Zink-Versuchen. Wenn man eine nacheinander mit Zink und Aluminium bespritzte Kupferplatte während 15 Minuten auf 700° erhitzt, so gibt der Mikroschliff genau dasselbe Bild, wie bei der auf 500° erhitzten Zink-Kupfer-Probe: außen eine grauweiße Schicht (Fig. 6 c), scharf getrennt von dem folgenden messinggelben Band b, und an dieses anschließend, wieder gut getrennt, die rote Kupfergrundlage a. Weitere Versuche Schoops beziehen sich auf Legierungen von Eisen-Zink, Eisen-Nickel,

Eisen-Nickel-Silber, Eisen-Aluminium, Eisen-Aluminium-Zink. Es sollen ferner Versuche gemacht werden, Eisen und Stahl mit Überzügen oder Legierungen jener Metalle zu veredeln, die heutzutage zur Erzeugung von hochwertigen Spezialstählen dienen, wie z. B. Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadium usw. Wir stehen hier ohne Zweifel vor einem Verfahren, das nicht nur wissenschaftlich interessant ist, sondern auch praktisch von großer Tragweite sein dürfte.

Wie steuern die Insekten im Flug?

Von Privatdozent Dr. F. Stellwaag, Erlangen.

(Schluß.)

Die Art der Flügelbewegungen bei den Insekten hat Marey mit Hilfe sinnreicher Experimente studiert und dabei gefunden, daß die Bewegungen auf jeder Körperseite stets vollkommen synchron vor sich gehen. Die Zahl der Schläge des rechten Flügels stimmt also vollkommen mit der des linken in einer gewissen Zeit überein. Man kann das sehr schön nachweisen, wenn man einen Druck auf die Rückenpartie der Brust eines soeben getöteten Insektes ausübt. Es schnellen dann beide Flügel gleichzeitig in die Höhe. Bewegt man ferner nur den einen Flügel, ohne sonst den Rücken zu berühren, so macht der Flügel der anderen Seite gleiche oder ähnliche Ausschläge. Es ist ohne weiteres klar, daß ein völliger Synchronismus, verbunden mit gleicher Schlagrichtung und gleicher Amplitude, den Körper in gerader Richtung vorwärts bewegt.

Die Tatsache des Synchronismus hat Bellesme, wie er ausdrücklich hervorhebt, bestimmt, nach einer außerhalb des Flugapparates gelegenen Steuereinrichtung zu suchen.

Da ich auf Grund des vorhin erwähnten Befundes annehmen mußte, daß das Insekt mit Hilfe seiner Flügel steuert, stellte ich in dieser Richtung weitere Versuche an. Ich variierte die Lage des Körpers während der Flügelbewegungen wie vorher und stellte fest, daß sich das Tier bald im Sinne des Uhrzeigers, bald in umgekehrtem Sinne drehte, je nachdem ich die Nadel neigte, ein Beweis zunächst, daß Gleichgewichtsstörungen des Körpers mit Hilfe der Flügelbewegungen kompensiert werden. Drehungen des Körpers fanden aber auch statt, wenn die Nadel senkrecht festgehalten wurde. Die Versuchstiere waren dann bestrebt, auf diese Weise aus der ihnen unbequemen Lage herauszukommen, d. h. sie versuchten zu steuern.

Die Art und Weise, wie die Insekten die Rotation um die Nadel herbeiführten, konnte ich feststellen, indem ich das Tier mit der Gabel faßte und leicht nach verschiedenen Seiten des Raumes neigte. Es verändert sich dann die Ebene, in der jeder Flügel schwingt. Die Abweichung der Schwingungsebene voneinander

läßt sich am besten von der Seite wahrnehmen, wie Fig. 3 zeigt. Um sie auch in der Vorderansicht deutlich zu machen, braucht man nur die Flügel nach der Angabe Mareys zu vergolden und in bestimmter Richtung einen Lichtstrahl auf sie fallen zu lassen. Es erscheint dann häufig der eine Flügel dunkel, während der andere die Strahlen zum Beschauer reflektiert.

In manchen Fällen ändert das Versuchstier nicht nur die Schwingungsebene, sondern auch die Amplitude des einen Flügels, so daß die Ausschläge auf beiden Seiten des Körpers verschieden groß sind. Diese Erscheinungen stehen nicht im Widerspruch mit der Tatsache des Synchronismus der Flügel. Man kann in einem Kahne sitzend sehr leicht die Art der Ruderschläge auf beiden Seiten unabhängig variieren, auch wenn die Ruder gleichzeitig bewegt werden. Die Experimente mit Fliegen und Sphinx pinastri ergaben, daß die Amplitude des einen Flügels immer mehr verrin-



Fig. 3. Biene im Begriff zu schwenken. Die beiden Stücke bedeuten die verschiedenen Schwingungsebenen der Flügel. Die Aufdrehung ist auf der rechten Seite des Tieres stärker als auf der linken und bewirkt eine Schwenkung nach rechts.



Fig. 4. Die von den Flügeln beschriebene 8-Figur beim Vorwärtsflug.

ger werden kann, bis der Flügel völlig stillsteht, während der andere weiterschwingt. Solche Änderungen der Amplitude hat schon Voß wahrgenommen, als er kinematographische Aufnahmen von fliegenden Insekten machte. In seiner Veröffentlichung „Vergleichende Untersuchungen über Flugwerkzeuge der Insekten“ hat er den Gedanken ausgesprochen, daß sie für die Steuerung, Stabilisierung und Schnelligkeit der Fortbewegung von Bedeutung sind. Sie spielen aber nicht nur eine gewisse Rolle, sondern ermöglichen geradezu zugleich mit der Änderung der Schlagrichtung der Flügel die Steuerung, denn bei den Insekten stellt der Flugapparat gleichzeitig den Steuerapparat dar, wie ich hinreichend bewiesen zu haben glaube.

Zur theoretischen Erklärung der Erscheinungen des Steuerns ist es notwendig, etwas weiter auszuholen.

In der Ruhelage stellt der Insektenflügel im allgemeinen eine ebene Platte mit steifem Vorderbügel und elastischem Hintersaum dar. Während des Fluges aber, wo der Flügel auf die Luftmassen drückt, wird der Hintersaum (bei den Hymenopteren der ganze Hinterflügel, der passiv die Bewegungen der Vorderflügel mitmacht)¹⁾ vermöge seiner Elastizität in die Höhe gehoben und der Flügel erhält im allgemeinen einen schwach ~-förmigen Querschnitt. Die von ihm getroffenen Luftteilchen werden komprimiert, suchen aber alsbald wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückzukehren. Da bei allen Schlag- und Drehbewegungen des Flügels der Vorderrand vorangeht und wie eine Messerschärfe die Luft durchschneidet, so sind die Luftmengen gezwungen, nach hinten unter dem Hintersaum abzufließen. Sie erzeugen dabei einen Druck auf den Flügel nach vorwärts, wodurch der ganze Körper einen mehr oder weniger kraftvollen Vortrieb erhält. Die Form der

erwähnt, dreht sich der Flügel ein wenig, wenn er abwärts schlägt.) Beim Schwebeflug, den die Syrphiden besonders bevorzugen, ist die Schwingungsebene der Flügel so gegen die Horizontale geneigt (Fig. 6 u. 7), daß die Resultante mit der Lotrichtung zusammenfällt. Daher fehlt der Vortrieb, während Auftrieb und Schwerkraft sich das Gleichgewicht halten. In dieser Stellung ist auch ein Flug senkrecht in die Höhe möglich, wenn die Auftriebskraft durch schnelle Schläge vergrößert wird. Neigt sich die Resultante zur Lotrichtung hin, so erfolgt eine Bewegung des Körpers nach rückwärts (Fig. 8 u. 9).

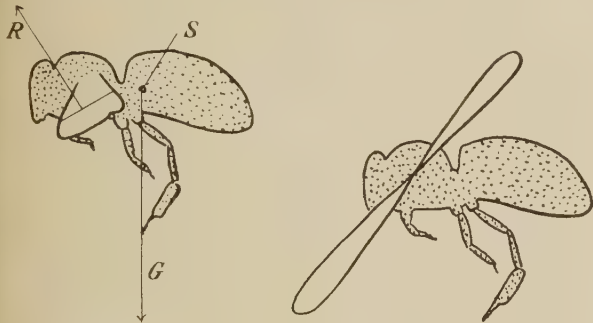


Fig. 5. Mittlere Flügelstellung beim Vorwärtsflug. G Richtung der Schwerkraft; R Resultante; S Schwerpunkt.

Fig. 6. Die Lage der 8-Figur beim Fluge an Ort.



Fig. 7. Mittlere Flügelstellung beim Flug an Ort. Bezeichnung wie bei Fig. 5.



Fig. 8. Die Lage der 8-Figur beim Rückwärtsflug.

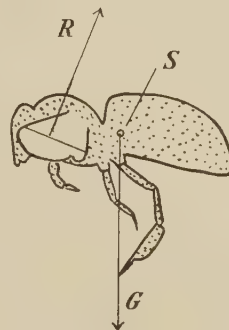


Fig. 9. Mittlere Flügelstellung beim Rückwärtsflug. Bezeichnung wie bei Fig. 5.



Fig. 10. Flugbahn einer Eristalis, die auf eine Aster (A) zufliegt.

Flügelfläche ist also im Verein mit der Drehung für den Flug eine unumgängliche Vorbedingung. Der unter dem abwärts schlagenden Flügel sich bildende Stauhügel übt auf die Flügelunterseite einen Druck aus, der stets senkrecht zu den einzelnen Flächenteilen wirkt. Da die ganze Fläche durch die Hebung des Hinterrands etwas gekrümmt ist, so liegt die Hauptresultante der verschiedenen Kräfteparallelogramme nicht senkrecht auf ihr, sondern schwach nach dem Vorderrand zu geneigt (Fig. 5, 7, 9 R). Entgegen dem Auftrieb des Körpers wirkt die Schwerkraft, die ihn nach abwärts zieht.

Sucht das Insekt lediglich vorwärtszukommen, so muß es sich einen kräftigen Vortrieb verschaffen. Es stellt dann seine Flügel, wie in Fig. 4 u. 5 ersichtlich, derart, daß die Resultante der Kräfte stark gegen die Richtung der Schwerkraft geneigt ist. (In Fig. 5, 7 u. 9 stellt die Richtung der Resultante einen Mittelwert dar, denn, wie schon

In allen diesen Fällen schwingen die Flügel jeder Seite vollkommen gleich (synchron, d. h. mit gleicher Amplitude und gleicher Schwingungsebene), und der Körper behält die einmal eingeschlagene Richtung bei. Wird der eine Flügel aber so aufgedreht, daß er den Auftrieb stärker ausnützt als den Vortrieb, dann findet eine Schwenkung bzw. Drehung um diejenige Körperseite statt, die den geringeren Vortrieb erzeugt (Fig. 3, rechte Seite des Tieres). Es kann sich aber auch die Amplitude der Flügelschläge auf der einen Seite bis zum völligen Stillstand des Flügels verringern. Die Folge davon ist, daß sich der Körper nach dieser

¹⁾ *Stellwaag*, Bau und Mechanik des Flugapparates der Biene. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie 1910.

Seite neigt; er wird nicht zu Boden fallen, da die Flügel der anderen Seite ihn immer noch fortbewegen, aber er wird unvermittelt aus der Richtung schwenken. Es findet dabei eine Richtungsänderung statt in der Linie der Resultante der Schwerkraft- und der Lateral- und der Vorwärtsbewegung. Das kann man besonders gut bei Schwebfliegen beobachten. Dadurch nun, daß die Insekten jederseits andere Flügelbewegungen ausführen können, erreichen sie durch geschickte Kombination der verschiedenen Flügelschläge z. T. geradezu überraschende Möglichkeiten der Richtungsänderung. In Fig. 10 habe ich die Flugbahn einer Fliege (*Eristalis tenax*) als Beispiel aus einer Anzahl Aufschreibungen bei verschiedenen Insektenordnungen wiedergegeben. Die Bahn setzt sich aus verschiedenen Bewegungsarten zusammen. Bald werden Abschnitte von Kreisbögen beschrieben, wobei der Kopf in der Richtung der Bewegung, vorangeht, bald schnellst sich das Tier seitlich aus der eingeschlagenen Richtung, ohne die Stellung des Körpers zum Raum zu verändern. Auch Wendungen um die Hinterleibsspitze oder um das Kopfende kommen vor. Ähnliche Steuerbewegungen habe ich bei zahlreichen anderen Dipteren, bei Hymenopteren und Nachtfaltern beobachtet. Weniger geschickt steuern die Tagschmetterlinge. Dagegen ist ihre sog. geknitterte Flugbahn sicherlich auf die Unvollkommenheit des Zusammenwirkens beider Flügel zurückzuführen. Besondere Verhältnisse herrschen bei den Käfern. Die Fortbewegung in gerader Richtung macht ihnen zwar keine großen Schwierigkeiten. Dagegen ist für sie die Steuerung nach der Seite erschwert, da sich die Deckflügel dem Luftstrom in den Weg stellen. Die Käfer gaukeln daher ziemlich unbeholfen nach rechts und links, wie man ohne Schwierigkeit beobachten kann.

Vergleicht man die verschiedenen Insekten bezüglich ihrer Steuerfähigkeit miteinander, so kommt man zu dem Schluß, daß Flugfertigkeit und Steuerfähigkeit eng zusammengehören. Je höher der Grad des Flugvermögens ist, desto besser vermag das Tier zu steuern. Da aber die Flugfähigkeit von der Spezialisierung des motorischen Apparates und besonders der Flügelachsel abhängt, so läßt sich die Steuerfähigkeit aus den morphologischen Verhältnissen des Thorax ablesen. Für die anatomisch-physiologische Analyse des Flugapparates der Insekten hat diese Erkenntnis wichtige Konsequenzen.

Die Frage der Steuerung bei den Insekten ist eng verknüpft mit dem Problem, wie das Gleichgewicht während des Fluges erhalten wird. Unter der großen Zahl fliegender Insekten besitzen verschwindend wenige statische Organe. Sie wurden bis jetzt nur bei Dipteren, bei Chermes und Phylloxera gefunden. Dies ist um so auffallender, als gerade bei so vorzüglichen Fliegern

die Erhaltung des Gleichgewichtes von großer Bedeutung sein muß. *Bethe* nahm daher an, daß bei allen Insekten, denen keine statischen Sinnesorgane zukommen, die Gleichgewichtslage mechanisch erhalten wird. Hier sind seine Versuche nur soweit von Interesse, als sie an fliegenden Tieren angestellt wurden.

Bethe verfuhr in der Weise, daß er mit Chloroform betäubte oder getötete Tiere bei verschiedener Flügelstellung, die ihnen eigentümlich ist, in großen weiten Zylindern oder frei im Raume fallen ließ. In welcher Lage sich die Tiere auch bei Beginn des Versuches befanden, immer nahmen sie während des Falles die Bauchlage ein und behielten sie bis zum Boden bei. „Daß hierbei die Gestalt der Tiere von großem Einfluß ist, zeigt ein Blick auf das Verhältnis zwischen Flügel und Körper. Daß aber auch bei den meisten untersuchten Tieren das Verhältnis von Luft und Körpersubstanz einen Einfluß auf die Erhaltung der Bauchlage hat, zeigt der Umstand, daß sie mit Ausnahme weniger in derselben Lage in spezifisch schwerem Wasser nach oben getrieben wurden, in der sie in der Luft zu Boden fielen.“

Amans äußert sich ähnlich: „Man muß in der Körperhaltung der Wegwespen ein Mittel zur Längsstabilisierung sehen. Die untere Fläche des Körpers ist stark konvex, und wir wissen, daß die Stabilisierung bei einer solchen Krümmung automatisch ist. Um das experimentell festzustellen, genügt es, ein konkav-konvexes Blatt Papier fallen zu lassen — es wird auf die konvexe Seite fallen.“

Bethes Versuchsobjekte und das gekrümmte Blatt Papier stimmen insofern überein, als ihnen keine Eigenbeweglichkeit zukommt. Sie gleichen vollkommen den passiven Schweborganismen, die im Medium eine bestimmte Lage zum Raum einnehmen, in die sie bei Störungen mechanisch wieder zurückkehren.

Die Anschauung von *Bethe* und *Amans* trifft nicht die tatsächlichen Verhältnisse. Meine Versuche an Insekten ohne statische Sinnesorgane (Wespen, Sphinx usw.) beweisen, daß diese ebenso wie die Dipteren auf jede Störung der Gleichgewichtslage prompt durch kompensatorische Veränderungen der Schwingungsebene oder der Amplitude der Flügel reagieren, d. h., daß sie Gleichgewichtsstörungen perzipieren und aktiv durch Drucksteuer in die Gleichgewichtslage zurückkehren. Dies ist nicht weiter sonderbar, da die Orientierung der Tiere im Raum durchaus nicht immer durch statische Sinnesorgane geschehen muß, sondern auch mit Hilfe des Lichtsinnes zustande kommen kann. *Bethe* ließ bei seinen Versuchen außer acht, daß es nur wenige Insekten gibt, die passiv schweben. Die überwiegende Mehrzahl muß rasche und z. T. rapide Flügelschläge ausführen, um sich in der Luft zu halten und sich einen Vortrieb zu erzeugen.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

1. Mai.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Professor *Bjerknes* trägt vor a) über *thermodynamische Maschinen, die in ihrer Arbeit von der Schwerkraft abhängen* und b) über *Wellenbewegungen in kompressiblen schweren Flüssigkeiten*;

Geheimrat *Rinne* gibt eine Fortsetzung seiner Beiträge zur Kenntnis der Kristall-Röntgenogramme.

Von Geheimrat *Ostwald* ist eine Arbeit: *Beiträge zur Farbenlehre* eingetroffen. Die Abhandlung enthält die ersten Mitteilungen über die Ergebnisse einer mehrjährigen Arbeit zur Grundlage der Farbenlehre. Die Aufgabe ist, jede vorgelegte Farbe in reproduzierbarer,

womöglich absoluter Weise derart zu kennzeichnen, daß sie jederzeit ohne Benutzung einer aufbewahrten Probe mit beliebiger Genauigkeit wieder hergestellt werden kann. Diese Aufgabe kann gegenwärtig als gelöst angesehen werden.

Der vorgelegte Teil der Arbeit enthält zunächst die mathetischen (allgemeinen und methodischen) Grundlagen der Farbenlehre, aus denen sich ergibt, daß zwei Klassen Farben vorhanden sind, nämlich die *bezugsfreien* mit zwei unabhängig Veränderlichen und die *bezogenen*, welche eine dreidimensionale Mannigfaltigkeit bilden. Die Veränderlichen sind im ersten Falle Farbton und Weiß, im anderen Falle Farbton, Reinheit und Grau. Ein weiterer Abschnitt bringt die Beschreibung der experimentellen und theoretischen Methoden zur Ordnung und Messung der Reihe Schwarz-Grau-Weiß.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt; Band 50, Heft 3, 1916.

Gutachten des Reichsgesundheitsrates über das duldbare Maß der Verunreinigung des Weserwassers durch Kaliabwässer, ohne seine Verwendung zur Trinkwasserversorgung von Bremen unmöglich zu machen; von *Abel*.

Über ein Verfahren zur Bestimmung des Fluorgehalts von Knochen und Zähnen normaler und mit Fluoriden gefütterter Hunde; von *G. Sonntag*. Das auf der Ermittlung des Gewichtsverlustes bei der Glasätzung beruhende Verfahren erlaubte, den Gehalt von Knochen und Zähnen an Fluor zu bestimmen, wenn dieser Gehalt etwa 0,4 % Calciumfluorid in der Trockensubstanz übersteigt, was bei normalen Knochen und Zähnen vom Hund nicht der Fall ist, deren Gehalt an Calciumfluorid in der Mehrzahl der Fälle noch unter 0,1 % angenommen werden muß. In den Knochen von mit Natriumfluorid gefütterten Hunden war der Gehalt an Fluor bis auf 1,73 % (3,56 % Calciumfluorid) in trockenen entfetteten Knochen und 1,29 % (2,46 % Calciumfluorid) in getrockneten Zähnen gesteigert; für frische Knochen ergab sich ein Höchstgehalt von 1,35 % Fluor (2,77 % Calciumfluorid).

Die Behandlung von Typhusbazillenträgern mit Tierkohle; von *Ph. Kühn*. Die Internierung zahlreicher Typhusbazillenträger im Elsaß 1915 bot Gelegenheit, die Angaben von *Kolberlah* sowie von *Géronne* und *Lenz* nachzuprüfen, welche Tierkohle mit Jodtinktur bzw. Thymol verwandt. Es wurde keinerlei Erfolg erzielt. Die günstigen Beobachtungen der erwähnten Ärzte sind dadurch zu erklären, daß sie keine Dauerausscheider, sondern Spätausscheider behandelten, welche auch ohnedies bazillenfrei geworden wären.

Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des gesalzenen Seefischrogens; von *A. Weitzel*. Die chemische Untersuchung erstreckte sich auf den ungewässerten, gesalzenen Fischrogen (die ursprüngliche Handelsware) und den nach bestimmter Vorschrift gewässerten, gesalzenen Rogen. Untersucht wurden im ganzen 11 Proben. Der ungewässerte Fischrogen enthielt im Mittel 48,5 % Trockenrückstand; einzeln ermittelt wurden 24,6 % Stickstoffsubstanzen (Eiweißstoffe usw.), 2 % ätherlösliche Stoffe (Fett usw.) und 18,6 % Mineralbestandteile, darunter 16,9 % Kochsalz. Der 2 Stunden gewässerte Fischrogen wies noch 39,4 % Trockensubstanz, und zwar 22,1 % Stickstoffsubstanzen, 1,5 % ätherlösliche Stoffe und 12,3 % Mineralbestandteile, darunter 11,0 % Kochsalz, auf. Der gesalzene Fischrogen, der rund zur Hälfte aus Wasser besteht, kann also den eiweißreichen und fettarmen Nahrungsmitteln zugerechnet werden.

Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt; Jahrgang 33, Heft 5/6, 1915.

Untersuchungen über Eisengallustinten. 14. Mitteilung: Über die gewichtsanalytische Bestimmung der Gerb- und Gallussäuren, I; von *Richard Kempf*. Bei der Bestimmung des Gerb- und Gallussäuregehaltes in Eisengallustinten nach dem amtlichen Essigesterverfahren fallen die Ergebnisse häufig um mehrere Prozente zu hoch aus, weil ein Teil der durch Hydrolyse des Essigesters entstandenen Essigsäure vom Tannin hartnäckig zurückgehalten wird. Es empfiehlt sich daher, die Essigsterextrakte vor dem Wägen noch ein oder mehrere Male in Wasser aufzunehmen und einzudampfen. Bei dieser Arbeitsweise geht die zurückgehaltene Essigsäure quantitativ mit den Wasserdämpfen fort, und es werden gut untereinander übereinstimmende Ergebnisse gewonnen.

Prüfung von Eisenportlandzement bei Lufterhärtung im Vergleich zur Wasserehärtung; von *M. Gary*. Ein Bericht über umfassende Versuche zu dem Zweck, die Verwendbarkeit von Eisenportlandzement auch für Luftbauten festzustellen. Auf Grund der Versuchsergebnisse hat der Minister der öffentlichen Arbeiten in Preußen seinen Erlaß vom 6. März 1909 III 189 A/I D, der die Verwendung von Eisenportlandzement zu öffentlichen Bauten nur unter gewissen Beschränkungen zuließ, dahin abgeändert, daß gegen dessen wahlweise Verwendung bei öffentlichen Bauten nunmehr nichts einzuwenden ist. Die Prüfung von Eisenportlandzement in mageren Mörtelmischungen 1 : 5 und 1 : 7 hat ergeben, daß deren Festigkeit bei Luft- wie bei Wasserehärtung mit fortschreitendem Alter stetig zunimmt, derart, daß die Festigkeitsentwicklung an der Luft und unter Wasser nahezu parallel verläuft, wobei die Festigkeiten an der Luft höher sind als die unter Wasser.

Verfahren zur Bestimmung der Wärmedurchlässigkeit von Geweben; von *O. Bauer*. Das Verfahren gestattet die Einordnung der verschiedensten Gewebe in eine Stufenleiter hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber dem Wärmedurchlaß und damit gleichzeitig einen Rückschluß auf den Schutz, den die verschiedenen Stoffe dem menschlichen Körper gegenüber Wärmeverlust durch Ausstrahlung gewähren; auch läßt sich mittels des Verfahrens die Wirkung der verschiedenen, als Futterstoffe verwendeten Gewebe unmittelbar prüfen und vergleichen.

Über die Berechnung der Fadenberichtigung für geeichte Thermometer; von *H. Schlüter*. Für die Berichtigung der Fehler, die beim Gebrauch eines Thermometers infolge der Abweichung der Versuchsbedingungen von den bei der Eichung herrschenden entstehen, wer-

den Formeln abgeleitet, die sowohl die mit ganz als auch mit teilweise eingetauchtem Faden geeichten Thermometer berücksichtigen. Beim Gebrauch der ersteren befindet sich oft der obere Teil des Quecksilberfadens außerhalb des Raumes, dessen Temperatur gemessen werden soll, bei den letzteren kann sowohl mittlere Fadentemperatur als auch Eintauchtiefe beim Gebrauch anders sein als bei ihrer Eichung. Durchgerechnete Beispiele erläutern die abgeleiteten Formeln und Interpolationsgleichungen.

Vorschlag betr. ein Verfahren zur Prüfung der elastischen Eigenschaften von gesponnenem Polsterhaar; von G. Herzog. Das in der Praxis bisher geübte Verfahren, aus dem Widerstand beim Zusammendrücken des Materials in der Hand sich ein Urteil über dessen Güte zu bilden, ist nur ein Notbehelf und in seinen Ergebnissen von subjektiven Einflüssen abhängig. Verfasser hat ein Verfahren ausgearbeitet, bei dem die elastischen Eigenschaften des Materials durch wechselnde, selbsttätige Gewichtsbelastung zahlenmäßig ermittelt werden können. Das nach mehrmaliger Belastung gefundene Maß der bleibenden Eindrückung liefert, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben, einen brauchbaren Maßstab für die Beurteilung von gesponnenen Polstermaterialien.

Die in der Textilveredelungsindustrie angewandten Säuren sowie ihre azidischen und spezifischen Eigenschaften; von P. Heermann. Die in der Textilveredelungsindustrie vorzugsweise angewandten Säuren sind: die Schwefelsäure, die Salzsäure, die Essigsäure, die Ameisensäure und die Milchsäure. Abgesehen von ihren verschiedenen azidischen Eigenschaften, die sich als reine Säurewirkungen durch die Bindung von Metalloxyden charakterisieren, unterscheiden sich die erwähnten Hilfsstoffe grundlegend auch in ihren spezifischen Eigenschaften. Die tabellenförmige Zusammenstellung dieser Eigenschaften gestattet eine leichte Orientierung und die leichte Wahl der nächstgeeigneten Ersatzsäure.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. April 1916.

Ein einfaches Experiment zum Nachweis der Ampereschen Molekularströme; von A. Einstein. Ein Eisenstäbchen (1,4 mm Durchmesser) ist an einem Quarzfaden senkrecht in einer aufrecht stehenden Spule koaxial aufgehängt, derart, daß es frei und fast ungedämpft Torsionsschwingungen (von etwa 2 Sekunden ganzer Dauer) ausführen kann. Diese Schwingungen werden mittels objektiver Ablesevorrichtung beobachtet. Durch Lade- und Entladeströme eines Kondensators, die durch die Spule gesandt werden, wird der remanente Magnetismus des Stäbchens praktisch momentan umgekehrt und die dadurch verursachten Drehimpulse durch Erzeugung und Verstärkung der Schwingungen nach der Multiplikationsmethode nachgewiesen. Dadurch, daß das zur Umkehrung der Magnetisierung verwendete Magnetfeld so kurze Dauer hat, wird erreicht, daß der Einfluß der Kräfte rein magnetischer Natur, welche das Feld auf das Stäbchen ausübt, auf ein unschädliches Maß herabgedrückt wird. Kompensieren des Erdfeldes ist nötig.

Die Nullpunktenergie und die Bedeutung des Planckschen Wirkungsquantums; von K. Eisenmann. Für die Nullpunktenergie, deren Zusammenhang mit der potentiellen bereits in einer früheren Arbeit festgestellt wurde, wird durch Einführung der Wahrscheinlichkeit des Zustandes eine der lebendigen Energie bei endlicher Temperatur analoge Entropiegleichung eingeführt. Es ergibt sich daraus, daß das Plancksche Wirkungsquantum h die Entropiekonstante in dieser Gleichung bedeutet.

Bemerkung zu dem Versuch des Herrn W. Nernst, von quantentheoretischen Betrachtungen zur Annahme stetiger Energieänderungen zurückzukehren; von L. Zehnder.

Über den elektrischen Widerstand des Selen; von Robert Fürstcnau. Die unter dem Einfluß von Gleichstromdurchgang eintretenden Änderungen des Dunkelwiderstandes von Selenzellen, sowie die in beiden Stromrichtungen auftretenden Unterschiede im Werte des Dunkelwiderstandes und der daraus resultierende Gleichrichtereffekt sind Erscheinungen, welche nur an anomalen Zellen auftreten. Normale Zellen zeigen diese Erscheinungen nicht. Es muß nachgeprüft werden, ob die von Greinacher im Zusammenhang mit diesen Erscheinungen entdeckte Wechselstromempfindlichkeit des Selen eine spezifische Eigenschaft des Selen ist oder bei Nichtvorhandensein der genannten anomalen Effekte ebenfalls im Selen auftritt.

Über die Gültigkeit des Gesetzes von Faraday bei Flammenelektrolyten; von Bruno Thieme. Es werden die elektrolytischen Vorgänge bei der vom Verfasser gefundenen elektrischen Abscheidung von Kohlenstoff aus Flammen untersucht und messend verfolgt. Es ergibt sich, daß bei Annahme der Einwertigkeit des Kohlenstoffes in höheren Temperaturen das Gesetz als bestätigt gelten kann. Das gleiche gilt für Kupfer. Die Messungen ließen sich auf das gleichfalls abgeschiedene Hg und Na nicht ausdehnen.

Über statische Frequenzmessungen; von Bruno Thieme. Es wird eine neue Methode für Frequenzmessungen an nieder- und hochfrequenten Strömen beschrieben, welche die vom Verfasser gefundenen elektrolytischen Abscheidungen von Kohlenstoff aus kohlenstoffreichen Flammen zur Grundlage hat.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. April 1916.

Über das Absorptionsvermögen des Aluminiumoxyds; von Hildegard Miething. Es wird eine Apparatur beschrieben, die es ermöglicht, das Absorptionsvermögen temperaturbeständiger glühender Oxyde zu bestimmen. Es wurde der Absorptionskoeffizient von reinem Aluminiumoxyd gemessen und eine Abhängigkeit desselben von der Farbe, nicht aber von der Temperatur festgestellt. Dagegen zeigte sich, daß die Absorption der mit mehr oder weniger Eisen verunreinigten Tonerde von Temperatur und Farbe abhängig ist. Das Absorptionsvermögen des mit Chrom verunreinigten Aluminiumoxyds hängt außer von der Stärke der Verunreinigung nur von der Farbe ab. Es wurde außerdem die Absorption des Thoriumoxyds und Porzellans gemessen.

Über die relative Intensität der Gasspektren bei der Glimmentladung in Gasgemischen; von J. Franck und G. Hertz. Die bisher bekannten Tatsachen über die relative Intensität der bei der Glimmentladung in Gasgemischen auftretenden Spektren werden auf Grund der Gesetze über den Energieaustausch zwischen langsamen Elektronen und Gasmolekülen erklärt. Insbesondere wird nachgewiesen, daß in einem Gemisch von Gasen geringer Elektronenaffinität stets das Gas kleinerer Ionisierungsspannung in überwiegender Maße sein Spektrum emittieren muß. Diese Gesetzmäßigkeit wird durch das bisher vorliegende Versuchsmaterial bestätigt.

Über das Faradaysche Gesetz bei elektrolytischer Abscheidung von Kupfer aus Flammen; von Bruno Thieme.

Die Zerlegung von Gasgemischen unter dem Einfluß von dieselben passierendem Gleichstrom; von Franz Skaupy. Verfasser schildert die Zerlegung von Gasgemischen, insbesondere von Gemischen der Edelgase in der positiven Säule der Gleichstromentladung, und weist auf einige praktische Anwendungen hin.

Physikalische Zeitschrift; Heft 7, 1916.

Die statistisch-mechanische Grundlage der allgemeinen Quantentheorie; von Th. Weyde. Es wird gezeigt, daß die Quantentheorie mit der statistischen

Mechanik nicht in Widerspruch steht, sondern vielmehr eine Konsequenz derselben ist, wenn man die vom Verfasser entwickelte allgemeine Entropiedefinition zugrunde legt. Die Energiequanten hängen mit der Nullpunktsentropie und der Nullpunktenergie zusammen. Die die Quanten begleitende Diskontinuität ist nur mathematischer Art und hat keine Beseitigung der ordinären dynamischen Gleichungen zur Folge.

Über Beobachtungen am Röntgentransformator; von C. Déguisne. Der Verfasser berichtet über oscillographische Aufnahmen, die er an einem mit Wechselstrom und rotierendem Gleichrichter betriebenen Röntgentransformator erhalten hat. Aus der Zeit, um die der Strom in der Mitte der sekundären Wicklung gegen den die Röhre durchfließenden Strom verschoben ist, berechnet er die Geschwindigkeit der Wanderwelle, die mit ca. $\frac{1}{3}$ der Lichtgeschwindigkeit über die sekundäre Wicklung hinläuft. Neben der kontinuierlichen Entladung erhält er bei harten Röhren stoßförmige Entladungen, deren Zustandekommen er eingehender behandelt. Der Abstand zwischen den Zacken ist nicht von der Beschaffenheit der Röhre, sondern von der Geschwindigkeit der Wanderwelle abhängig.

Magnetische Teilchen und rotierende Teilchen; von A. Korn. Im Anschluß an die Einstein-de Haasschen Versuche wird an die mechanischen Theorien des Verfassers erinnert, nach welchen rotierende Teilchen, welche mit einer gewissen, sehr kleinen Periode Pulsationsschwingungen ausführen, d. h. periodisch ihr Volumen ändern, zu magnetischen Teilchen werden. Verfasser hat vor längerer Zeit zusammen mit K. Stoeckl auf dieser Grundlage eine Theorie der magnetooptischen Erscheinungen durchgeführt und auf eine mögliche mechanische Erklärung des Erdmagnetismus hingewiesen.

Eine Resonanzmethode zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten leitender Dielektriken, sowie zur Messung des Phasenfaktors von Rheostatwiderständen; von Franz Tank. Der Versuchskondensator und ihm parallel ein Selbstinduktionsnormal werden in den „Meßkreis“ eines Sumpnerschen Elektrodynamometers geschaltet. Als Stromquelle dient eine Hochfrequenzmaschine. Für Resonanz im Meßkreis erfolgt der Ausschlag Null; diese Resonanz ist unabhängig von einer Leitfähigkeit des Kondensatordielektrikums. Kapazität bzw. Dielektrizitätskonstante werden durch ein Substitutionsverfahren ermittelt. Durch ähnliche Resonanzschaltung läßt sich auch der Phasenfaktor von Rheostatwiderständen bestimmen.

Über die Schlierenbildung in kolloiden Lösungen und ein Verfahren, die Gestalt von Kolloidteilchen festzustellen; von H. Diesselhorst und H. Freundlich. In Fortsetzung von Versuchen über die Doppelbrechung des Vanadinpentoxydsols studierten die Verfasser die Schlierenbildung, die sich bei seitlich einfallendem Licht beim Schütteln oder Rühren zeigt. Sie stellten fest, daß diese nur bei solchen kolloiden Lösungen auftritt, deren Teilchen von der Kugelform abweichen, und gelangten dadurch zu einer Methode, zwischen stäbchenförmigen, scheibenförmigen und kugelförmigen Kolloidteilchen zu unterscheiden. Eine Reihe kolloider Lösungen wurde nach der Methode untersucht.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; März 1916.

Über die Empfindlichkeit zusammengesetzter Wagen mit Berücksichtigung der Durchbiegung der Hebel; von J. Zingler. (Fortsetzung aus dem Februarheft.)

Das Amslersche Radialplanimeter; von E. Hammer. Viele Registrierungen werden neuerdings auf rotierenden Scheiben gemacht, wobei der Scheibe eine der Zeit proportionale Drehung durch ein Uhrwerk erteilt ist, während der Schreibstift sich auf dem Diagramm bei wechselnder Größe des registrierten Gegenstandes (mechanische Arbeit, Wasserdruk, Luftdruck, Temperatur oder was immer) auf einem vom Mittelpunkt ausgehenden Kreisbogen hin- und herbewegt. Zur Aus-

wertung solcher Diagramme (Mittelwert der registrierten Größe innerhalb bestimmter Zeit) sind die gewöhnlichen Planimeter nicht brauchbar. Das erste dazu taugliche Instrument war das Durand-Amslersche Planimeter (vgl. *Amsler* und *Hammer* in der Zeitschr. f. Instrumentenkunde Bd. 31, S. 213 und 214, 1911). Am oben angegebenen Ort des Bd. 36 dieser Zeitschrift werden wichtige Abänderungen beschrieben, die diese Konstruktion in dem „Radialplanimeter“ erfahren hat.

1. *Über die Berechnung der Objektive von größter Gesichtsfelde aus drei getrennten Linsen;* von Arthur Kerber. 2. *Ein Porträtobjektiv aus drei getrennten Linsen;* von demselben. Bekanntlich sind die photographischen Objektive bester Korrektur innerhalb der Seidelschen Dioptrik, d. h. für mäßig große Öffnung und Kegel von mäßig großer Neigung unvollkommen korrigiert. Wenn man diese Zonenfehler für eine Objektivform kennt, so braucht man also, um ähnliche Konstruktionen zu erhalten, nur Objektive zu berechnen, die innerhalb der Seidelschen Dioptrik mit denselben Fehlern behaftet sind. In der ersten Arbeit werden die entsprechenden Formeln zur Berechnung photographischer Taylorobjektive aus drei Linsen mitgeteilt, in der zweiten wird die Berechnung an einem Beispiele durchgeführt, und das erhaltene Porträtobjektiv für die Kegel von 0, 5, 10 und 15° Neigung trigonometrisch geprüft.

Archiv für Elektrotechnik; Band 4, Heft 5/6, 1916.

Über eine Formel von Heaviside zur Berechnung von Einschaltvorgängen (mit Anwendungsbeispielen); von K. W. Wagner. Oliver Heaviside hat in seinem Werke „Electromagnetic Theory“ eine merkwürdige Formel angegeben, die auf mechanische, elektromagnetische und andere Systeme anwendbar ist. Sie liefert die Bewegungsgleichung für irgendeinen Punkt des Systems, bzw. das Zeitgesetz für irgendeine veränderliche Größe in dem System, wenn dieses durch eine plötzlich einsetzende, dann konstante Kraft erschüttert wird. Die große Bedeutung einer solchen Formel für die Berechnung von Schaltvorgängen in elektrischen Stromkreisen liegt auf der Hand. Leider gibt Heaviside die Formel ohne Beweis; darunter leidet naturgemäß ihre Anwendbarkeit, weil man keine Sicherheit hat, wann die Formel gilt und wann sie versagt. Diese Lücke schließt der erste Teil dieser Arbeit, in welchem die Formel hergeleitet wird. Es zeigt sich hierbei, daß ihre Gültigkeit an gewisse Voraussetzungen geknüpft ist und daß sie in bestimmten Fällen einer Erweiterung bedarf. Der zweite Teil der Arbeit enthält Anwendungen der Formel von Heaviside auf elektrische Schaltvorgänge.

Über die Vorgänge in Ein- und Mehrphasen-Synchron-Maschinen bei der Unterbrechung des Kurzschlusses; von J. Biermanns. An Hand der Differentialgleichungen der kurzgeschlossenen Einphasen-Synchron-Maschine werden zunächst die im Verlaufe des plötzlichen Kurzschlusses sich abspielenden Vorgänge betrachtet. Die prägnanteste Erscheinung ist, daß das im Leerlauf vorhanden gewesene magnetische Feld der Maschine zum größten Teil vernichtet wird. Wird daher der Kurzschluß nach einiger Zeit wieder unterbrochen, so wird sich zunächst an den Klemmen der Maschine eine dem Kraftfeld entsprechende Spannung einstellen, die sich erst allmählich wieder auf ihren früheren Wert hinaufarbeitet. Die Vorgänge bei der Unterbrechung des dreiphasigen Kurzschlusses der Drehstrom-Synchron-Maschine lassen sich auf den einphasigen Kurzschluß zurückführen. Demgemäß schnell an jener Phase, an welcher die Unterbrechung zuerst erfolgt, die Spannung zunächst auf einen Wert hinauf, der dem Scheitelwert der Leerlaufs-E. M. K. entspricht, wenn der Kurzschluß stationär geworden war, der aber bei nicht stationärem Kurzschluß noch bedeutend größer werden kann. Die weiteren Vorgänge spielen sich wie bei der Einphasenmaschine ab.

Eine Erweiterung des Reflexionsgesetzes für Wanderwellen; von W. Rogowski.

Archiv für Elektrotechnik; Band 4, Heft 7/8, 1916.

Elektrische Schwingungen in Maschinenwicklungen; von J. Biermanns. Es wird ein Ersatzschema angegeben, welches das Auftreten von Sprungwellen auf Wicklungen auf einen einfachen Schaltvorgang zurückführt. Nach Ermittlung sämtlicher Eigenschwingungen der gedachten Anordnung kann durch passende Wahl der einzelnen Amplituden jeder beliebige Ausgleichsvorgang dargestellt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen decken sich mit der jetzt vorherrschenden Auffassung über die Wirkungsweise von Spitzdrosselspulen in Kondensatoren. Ferner ergibt sich, daß der Kondensator auch die sog. Unterbrechungsüberspannungen mildern kann.

Die Wechselwirkung schräg stehender Solenoide mit Eisenkernen; von H. Lorenz. Aus dem Vergleich der umkehrbar zugeführten elektrischen Arbeit und der magnetischen Feldenergie zweier schräg stehender Spulen mit Eisenkernen, von denen die drehbar gedachte die Gestalt einer Kreisscheibe oder eines Kreisringes hat, deren Mittelpunkt in der Achse der feststehenden liegt, werden unter Vernachlässigung der Streuung sowie der Feldstärke im Außenraum die Koeffizienten der gegenseitigen und Selbstinduktion abgeleitet und sämtlich auf eine und dieselbe Konstante zurückgeführt. Schließlich wird aus der Energiegleichung noch ein allgemein gültiger Ausdruck für das Drehmoment der beweglichen Spule abgeleitet.

Günstigste Schaltung der Vibrationsgalvanometer; von W. Jäger. Für die günstigste Schaltungsweise der Vibrationsgalvanometer lassen sich ähnliche Beziehungen aufstellen, wie für die Gleichstromgalvanometer. Am zweckmäßigsten ist, besonders für die Galvanometer nach dem Drehspulprinzip, der aperiodische Grenzstand. Beim Nadelgalvanometer ist der Spulenwiderstand am günstigsten gleich dem scheinbaren Widerstand des äußeren Stromkreises, beim Drehspulinstrument soll der Klemmenwiderstand und die Selbstinduktion der Spule möglichst klein und der scheinbare Widerstand des Stromkreises gleich dem aperiodischen Grenzwiderstandes des Galvanometers sein.

Geographische Zeitschrift; Heft 4, April 1916.

Fritz Regel; von Josef Reindl.

Die Posener Landschaft nach ihrer Bodenbewirtschaftung, Form und Besiedelung; von H. Schütze. Der Verfasser hat diese Studie auf der Grundlage und als Ergänzung zu seiner kleinen Landeskunde der Provinz Posen geschrieben, die im Jahre 1914 in zweiter Auflage erschienen ist. Wir werden nach einleitenden Bemerkungen über die Wälder und Felder Posens über die vier Hauptformen der Posener Landschaft unterrichtet: 1. die flachwelligen Ebenen, 2. die Talzüge, 3. die Hügellandschaften (Endmoränen- und Dünenlandschaften) und 4. die Seen. Den zweiten Hauptteil nimmt eine Betrachtung der Posener Siedelungen ein, in welcher Anlageplan und Aussehen der Posener Städte und Dörfer geschildert werden, besonders die von der Kgl. Ansiedlungskommission geschaffenen neuesten Dorfformen.

Montenegro und Oberalbanien als Kriegsschauplatz; von Kurt Hassert. Der mit dem genannten Gebiete durch wiederholte größere Studienreisen wohl vertraute Verfasser gibt zunächst einen kurzen Überblick über die geographische Eigenart der natürlichen Landschaften Montenegros und Oberalbanien unter besonderer Berücksichtigung der für sie als Kriegsschauplatze in Betracht kommenden Eigenschaften. Behandelt werden der montenegrinische Karst, die südost-montenegrinische Schieferlandschaft, die Albanischen Alpen, die

große inneralbanische Ebene (Matoja) und das montenegrinisch-albanische Küstenland. Die beiden letzten Abschnitte bringen eine militärische, politisch- und wirtschaftsgeographische Würdigung Albaniens und Montenegros.

Die Bevölkerung Mittel-Amerikas nach Prof. Dr. K. Japper; von Fritz Regel (†).

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 1, 1916.

Zur Kenntnis der Biologie und Anatomie der parasitischen Rotatorienfamilie der Seisoniden; von Horst Ilgen.

Über den dermalen Ursprung der Neuralplatten des Schildkrötencarapax; von W. J. Schmidt. Bei eben ausgeschlüpften Jungen von *Caretta caretta* L. erscheinen die Neuralplatten als selbständige, in der untersten Schicht des Coriums gelegene Knochenplättchen, die von dem perichondralen Knochen der Wirbel vollkommen getrennt sind. Dadurch ist ihre Natur als Hautknochen gesichert, und die vielfach vertretene Anschauung, Neuralien (und Costalien) stellten Verbreiterungen der oberen Wirbelbögen (bzw. Rippen) dar, widerlegt. Übrigens kam Menger gemäß einer Bemerkung bei Versluys (Paläont. Zeitschr. Bd. 1, S. 322), die Referenten zur Zeit der Drucklegung obiger Veröffentlichung unbekannt war, auf Grund einer im Gießener Zoologischen Institut durchgeführten, noch nicht publizierten Untersuchung zum Ergebnis, daß Neuralien und Costalien bei Trionychiden eine sehr deutliche Selbständigkeit dem Innenskelette gegenüber zeigen. Die Übereinstimmung seines Befundes mit dem obigen ist um so wertvoller, als sie systematisch fernstehende Formen betrifft.

Die Gattung Zygonemertes; von Gerarda Stiasny-Wijnhoff. Die von Montgomery aufgestellte Gattung *Zygonemertes*, die durch die Untersuchungen von Coe mit zwei nordamerikanisch-pazifischen Arten bereichert wurde und an der Küste von Deutsch-Südwest-Afrika zwei Vertreter hat, bildet einen von den übrigen Amphipoden gut getrennten Formenkreis. Charakteristisch sind die Form des Sockels sowie das Verhältnis seiner Länge zum Stilet; die Anordnung der Augen und ihre Ausdehnung; das Fehlen eines unpaaren Blinddarmes, dessen Stelle von zwei langen Enterondivertikeln vertreten wird.

Die Metamorphose des Gelbrands (Dytiscus marginalis L.); von Hans Blunck.

Zoologische Jahrbücher.

Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere; Band 39, Heft 3, 1916.

Über ein gelbes Exemplar von Molge cristata Laur.; von G. J. v. Fejérváry. Verfasser berichtet über ein orangegelbes Exemplar des Kammolches, das ihm aus der Umgebung von Uj-Pest (Umgebung von Budapest) zugestellt wurde. Verfasser erwähnt einen ähnlichen, noch besondereren Fall, der von Reichenbach vor vielen Jahren beschrieben und abgebildet wurde. Das vom Verfasser behandelte und von Dr. C. Szombathy abgebildete Individuum besitzt das normale Farbmuster, jedoch in gedämpfter Zustände, während die Rückenfärbung ins Rötlichgelbe spielt; Bauchfläche zinnoberrot. Im Laufe der Gefangenschaft verlor es graduell die aberrante Färbung und neigte etwas zu einer bei *M. cristata* Laur. vorkommenden semmelbraunen Farbe. — Die Ursache der verschiedenen Färbung mag im Effekt gewisser Reize liegen, die aus äußeren oder konstitutionellen Ursachen eben dieses Exemplar beeinflussten. Möglich ist es aber auch, daß es sich um eine pathologische Erscheinung handelte.

Beiträge zur Kenntnis der Gattungen Macheirio-phoron und Craspedosoma; von Karl Verhoeff.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 21.

26. Mai 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Der derzeitige Stand unserer Kenntnis der Cocco-lithophoriden. Von *Prof. Dr. J. Schiller, Wien*. S. 277.

Fetthärtung. Von *Dr. W. Fahrion, Feuerbach-Stuttgart*. S. 283.

K. Toldts Untersuchungen vorgeschrittener Entwicklungsstadien von Säugetieren. Von *Prof. Dr. Richard Semon, München*. S. 287.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die willkürlich bewegbare künstliche Hand

Eine Anleitung für Chirurgen und Techniker

von

F. Sauerbruch

ordentl. Professor der Chirurgie

Direktor der chirurgischen Universitäts-Klinik Zürich, s. Zt. beratender Chirurg des XV. Armeekorps

Mit anatomischen Beiträgen von

G. Ruge und **W. Felix**

Professoren am anatomischen Universitäts-Institut Zürich

und unter Mitwirkung von

A. Stadler

Oberarzt d. L., Chefarzt des Vereinslazarets Singen

Mit 104 Textfiguren

Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Körpermaß-Studien an Kindern

Von

M. Pfaundler

München

Mit 5 Textfiguren und 8 Tafeln

Preis M. 4.80

Soeben erschien:

Postoperative Psychosen

Von

Professor Dr. K. Kleist

Oberarzt der Psychiatrischen Klinik
in Erlangen

Preis M. 1.80

Vorzugspreis für die Abonnenten

der „Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie“ M. 1.45

(Bildet Heft 11 der „Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie“.

Herausgegeben von **M. Lewandowsky-Berlin** und **K. Wilmanns-Heidelberg**.)

Soeben erschien:

Physisch und Psychisch in der Pathologie

Nach einem Vortrag, gehalten in der Gesellschaft
der Aerzte in Zürich in der Sitzung vom 30. Januar 1915

von

Professor Dr. E. Bleuler

Direktor der Psychiatrischen Universitäts-Klinik Zürich-Burghölzli

Preis M. 2.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

26. Mai 1916.

Heft 21.

Der derzeitige Stand unserer Kenntnis der Coccolithophoriden.

Von Prof. Dr. J. Schiller, Wien.

Die Flagellaten sind in den letzten Jahren einer außerordentlich eifrigen Bearbeitung teilhaftig geworden. Nur wenige Gruppen sind dabei zu einer so großen Bedeutung gekommen wie die Coccolithophoriden. Ihre Klarstellung verdanken wir zunächst der Monographie *Lohmanns*¹⁾, durch die auch die Coccolithophoridenforschung in Fluß gekommen ist.

Die Coccolithophoriden sind einzellige pflanzliche Organismen, deren Zelleib von einer aus einzelnen Kalkplatten gebildeten Kalkschale umschlossen wird. Ihre Gestalt ist kugel- oder eiförmig, selten stärker gestreckt.

Die Zellmembran hebt sich nach Glycerinzusatz, besonders nach vorangegangener Anwendung von Osmiumsäure, sehr verdünnter Essig- und Salzsäure, vom Plasma ab, wobei schon *Lohmann* sie als doppeltkonturiert erkannte. Ihre Dicke ist stets sehr gering, am dicksten, etwa 1 μ , fand ich sie bei *Syracosphaera pulchra*, *S. mediterranea* und *Calyptosphaera oblonga* an alten großen Exemplaren. Es war bisher unmöglich, größere Poren in der Membran nachzuweisen, die man den Durchbohrungen der die Schale bildenden Coccolithen entsprechend vermutete.

Das Protoplasma zeigt feinkörnige Struktur in den mit neutralem Formol und mit Osmiumsäure fixierten Zellen. In lebenden Zellen ist die genaue Beobachtung der Plasmastruktur infolge der den Zellenleib umhüllenden Kalkplatten fast ausgeschlossen. Nur bei den neuen Gattungen *Calciosolenia*, *Halopappus* und *Calciconus*, die, wie die erstere, glashelle Kalkscheiben oder, wie die beiden letzteren Gattungen, klare Kalkschalen ohne differenzierte Coccolithen haben, kann das feinkörnige Plasma auch im Leben direkt beobachtet werden.

Lange in Frage gestellt waren die Chromatophoren, die zuerst *J. Murray* sicher feststellte, bis *Lohmann* nähere Angaben machte, die sich bis heute als richtig und erschöpfend erwiesen haben.

Bei allen frisch gefangenen Coccolithophoriden können die beiden Farbstoffträger nicht unbemerkt bleiben. Ihre Farbe allerdings ist wechselnd: zwischen Gelbgrün, Zitronengelb und Braun (Farbe des Diatoms) sind innerhalb der

einzelnen Gattungen alle Übergänge zu beobachten. Um so konstanter ist ihre Zahl, Form und Lage. Stets haben sie die Form sphärischer, leicht gebogener Plättchen mit scharf konturirtem Rande; sie sind wandständig und liegen einander meist in gleicher Höhe gegenüber. Die nahe Verwandtschaft der Coccolithophoriden mit den Chrysomonaden läßt solche Unterschiede des Pigments und selbst die Angabe der Frau *Weber van Bosse* über einen völlig grünen Chromatophor nicht befremdend erscheinen.

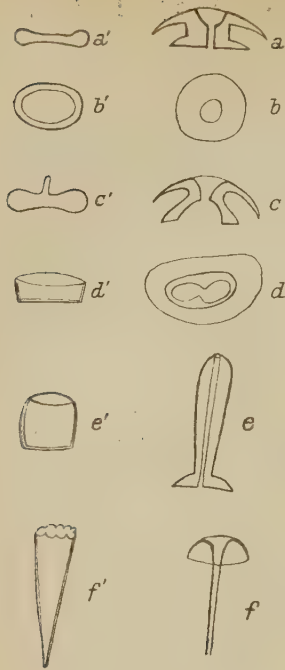
Fast stets lagern auf der hohlen Seite des Chromatophors ein, manchmal auch mehrere farblose, kugelige, stark glänzende Körper, die *Lohmann* als Ölkugeln deutete. Behandlung mit Osmiumsäure, die ich vornahm, bestätigen jene Annahme. Auch andere stark glänzende Körnchen von wechselnder Größe und Gestalt treten auf, die vermutlich Leukosin sind. Es liegen somit aller Wahrscheinlichkeit nach dieselben Assimilate wie bei anderen Flagellaten, z. B. den Chrysomonaden, vor.

Bei den großen Formen tritt fast immer eine große Vakuole auf, die bald genau die Mitte der Zelle ausfüllt, bald seitlich oder nach rückwärts verschoben ist. Eine kleine und wohl pulsierende Vakuole kommt in der Nähe des Geißelpoles unterhalb der Geißelinserierung vor. Die Pulsationen sind nicht leicht zu sehen, wohl unter anderem im Zusammenhange mit dem Umstande, daß die zunächst mittels eines Wasserschöpfers erbeuteten und dann durch 15' zentrifugierten Organismen gelitten haben, wiewohl eine oft noch recht rasche Bewegung vor sich ging. Die Frage, ob die Vakuolen ein System bilden, konnte bisher noch von keinem Beobachter beantwortet werden.

Ganz im Dunkeln liegen die Kernverhältnisse. Seit den Angaben *Ostenfelds* über das Vorhandensein eines Kernes erfolgten keine weiteren. Wir wissen nur, daß der in der lebenden Zelle schwer sichtbare Kern in der Medianlinie der Zelle gegen die Mitte zu liegt.

Ein besonderes Interesse haben sich diese Organismen durch ihren merkwürdigen Schalenbau verschafft. Auf der Zellmembran liegt die aus Kalkplatten und einer Schalenmembran bestehende Schale. Die Schalenmembran ist meist sehr dünn, aber sehr elastisch und zugfest, nur in selteneren Fällen quillt sie gallertartig auf, eine Erscheinung, deren Ursachen unbekannt sind und die *Lohmann* zur Annahme einer besonderen Gallerthülle veranlaßte. Am Geißelpol beobachtet man in der Schalenmembran zum Durchtritte der Geißel eine mehr oder weniger weite

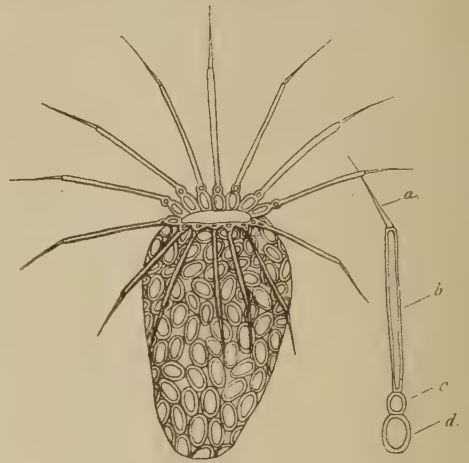
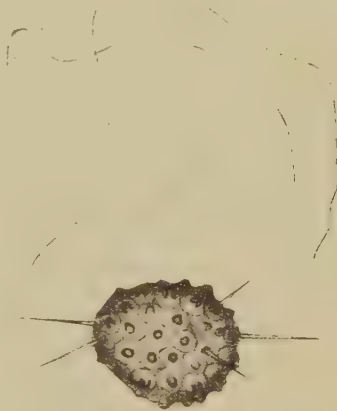
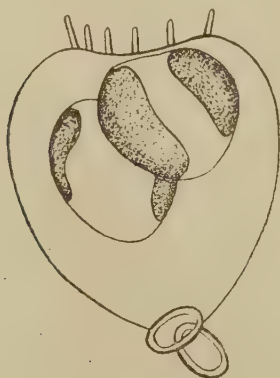
¹⁾ Die Coccolithophoriden, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten. Archiv f. Protistenkunde Bd. 1. S. 89, 1902.



Discolithen .. Trehmalithen 3

Fig. 1.

- a' Discolith von der Seite,
b' " " Fläche,
von *Pontosphaera Huxleyi*,
c' Discolith von *Syracosphaera pulchra*,
d' Discolith von *Pontosphaera Syracusana*,
e' Discolith von *Seyphosphaera Apsteini*,
f' Discolith von *Thorosphaera elegans*,
a, b Trehmalith von *Coccolithophora leptopora*,
c, d Trehmalith von *Coccolithophora pelagica*,
e von *Rhabdosphaera claviger*,
f von *Discosphaera tubifer*.

Fig. 2. *Coccolithophora leptopora* n. Lohmann.Fig. 3. *Discosphaera tubifer* n. Lohmann. 12–18 μ .Fig. 4. *Pontosphaera Huxleyi*.Fig. 5. *Michaelsensia splendens* Lohm. Größe 20–25 μ .Fig. 6. *Acanthoica quattropsina* Lohmann.Fig. 7. *Calcioclema (Crini)* Schiller.Fig. 8. *Calcioclema vitreum* Schiller.Fig. 9. *Syracosphaera pulchra*. Schwärmsporenbildung, zweizelliges Stadium.Fig. 10. *Halopappus quadribachiat* Schiller.

Pore, und hier fehlen auch bei einzelnen Gattungen die Kalkplatten.

Schon die Form dieser Kalkplatten (Coccolithen), Fig. 1, macht ein lückenloses Zusammenschließen unmöglich; es bleiben Lücken, die dort, wo die Coccolithen sich nicht berühren, noch auffälliger werden. Andererseits kommt es auch zu Überdeckungen.

Für jede Art ist der Bau der Coccolithen charakteristisch, und sie geben das wichtigste systematische Kennzeichen ab. Sie bestehen im Prinzip aus einer elliptischen oder kreisrunden Platte von wenigen μ Länge und sehr geringer Dicke. Zwei Typen lassen sich unterscheiden: die durchbohrten und die undurchbohrten Coccolithen. Bei den ersteren ist die Kalkplatte in der Mitte durchbohrt und geht in ein kurzes Röhrenstück über, das an seinem anderen Ende gleichfalls ein durchbohrtes Kalkplättchen trägt (Fig. 1 a—f). Diese Formen der Coccolithen heißen *Trehmalithen*. Beim zweiten Typus ist die Kalkplatte undurchbohrt, trägt in der Mitte häufig einen Buckel oder Stachel (Fig. 1 o'), während der Rand nur wulstig verdickt (Fig. 1 a'—c') oder mehr oder weniger weit emporgehoben ist (Fig. 1 d'—f'). Sie heißen Discolithen.

Ein schönes Beispiel für eine mit *Trehmalithen* bedeckte Coccolithophoride ist *Coccolithophora leptopora* (Fig. 2), bei der die durchbohrten Platten sich gegenseitig teilweise mit ihren Rändern überdecken. Bei der Gattung *Rhabdosphaera* treten *Trehmalithen* auf, deren Röhrenstück stab- oder keulenförmig ausgebildet wird. Dabei steht das Röhrenstück senkrecht auf der der Zelle aufsitzenden Basalplatte (Fig. 1 e). Bei *Discosphaera tubifer* sind die Röhren sogar trompetenförmig ausgebildet (Fig. 3), und sie stehen so dicht, daß die Endscheiben sich gegenseitig berühren oder überdecken, so daß eine Beschattung der Chromatophoren erfolgt.

Eine bei weitem mannigfaltigere Ausbildung als die *Trehmalithen* haben die Discolithen erfahren. Wenn wir von den einfachen Kalkplatten ausgehen, wie sie sich bei der verbreitetsten Form der europäischen Meere, bei *Pontosphaera Huxleyi*, finden (Fig. 4), so erhält man durch Kalkablagerungen in der Mitte in Form eines kurzen Buckels, Stabes oder Stachels drei bei vielen Coccolithophoriden vorkommende Discolithenformen.

Der Rand der Discolithen ist wulstig oder leicht emporgehoben, wodurch er die Form eines Napfes erhält (Fig. 1 d'), oder stark emporgehoben, wodurch die Becherform zustande kommt (Fig. 1 e', f').

Die weitestgehende Veränderung zeigen die Coccolithen in jenen Fällen, wo die Umbildung den ganzen Coccolithen erfaßt, wobei aus der Platte lange Stäbe oder spitze Borsten wurden (Fig. 5, 6). Auch hier erstreckt sich diese Veränderung hauptsächlich auf die den Geißelpol

umstellenden Coccolithen, wie *Michaelsarsia* (Fig. 5) zeigt.

Bei den bisher besprochenen Arten hatten die Coccolithen ihre Form bewahrt; sie waren durch Zwischenräume voneinander getrennt, bildeten somit keinen lückenlos geschlossenen Kalkpanzer. Anders liegen die Verhältnisse bei der zuerst von *Gran* im Atlantischen Ozean, dann auch von mir im Adriatischen Meer gefundenen Gattung *Calciosolenia* (Fig. 7). Hier berühren sich die Kalkplatten allseitig, platten sich dabei nicht nur rhombisch ab, sondern verschmelzen sogar an den Rändern miteinander so vollkommen, daß nur eine zarte Begrenzungslinie sichtbar bleibt.

Diese Verschmelzungstendenz ist bei *Halopappus* und der vor kurzem von mir in der Adria neuentdeckten Gattung *Calcioconus vitreus* (Fig. 8) noch weiter gegangen. Hier kann man überhaupt keine Coccolithen mehr unterscheiden; sie bilden eine homogene Kalkschale, die glasartig durchsichtig ist, an deren oberem Pole (Geißelpol) ein Kranz von Kalknadeln steht. Diese dürfen wir nach Analogie bei anderen Coccolithophoriden zweifellos als umgewandelte Coccolithen ansehen. Das weist dann darauf, daß die homogene Kalkschale durch völlige Verschmelzung der Coccolithen entstanden ist und nicht eine genetisch von vornherein einheitliche Kalkpanzerbildung darstellt.

Über die Entstehung der Coccolithen wissen wir zurzeit fast gar nichts Sicheres. Auch das Eindringen von Plasma ist strittig. Die Meinung *Lohmanns*, daß sie in der Zelle entstehen und dann nach außen rücken, hält der Prüfung nicht stand. Meinen Beobachtungen nach werden sie von der Schalenmembran gebildet.

Angaben über die Teilung der Coccolithophoriden machte zunächst *Lohmann*. Danach (l. c. S. 120) durchschnüren sich Zelle und Schale, wodurch zwei neue, von je einer Schale umschlossene Individuen entstehen. Seine diesbezüglichen Abbildungen können aber als Belege für den Teilungsvorgang nicht als hinreichend angesehen werden. Höchstens stellen die gezeichneten, völlig normal aussehenden Zellen nur aneinander haftende Individuen dar, die wohl durch Teilung entstanden, aber ebensogut bei der Filtrierung resp. Zentrifugierung miteinander in Berührung gekommen sein können. Die Fig. 68 Taf. 6 kann desgleichen für den Teilungsmodus nicht in Betracht kommen. Ich muß auch von meinen Untersuchungen bekennen, daß sie mir trotz mehrjähriger dahin gerichteter Bestrebungen ein zweifelloses Teilungsbild von Zelle und Schale noch nicht geliefert haben. Womit natürlich nichts gegen das Vorkommen der direkten Teilung gesagt ist. Material ist eben nur spärlich und meist angegriffen zu erhalten.

Dafür kann ich den von *Lohmann* als zweiten Teilungsmodus bezeichneten Vorgang teilweise bestätigen und ergänzen. „Bei diesem zweiten

Teilungsmodus," sagt *Lohmann* (l. c. S. 121), „wächst also die Zelle zu bedeutender Größe heran, streckt sich in die Länge und bildet dementsprechend auch eine Schale aus, die durch ihre Größe und Form von der gewöhnlichen Schale erheblich abweicht, und teilt sich, ohne ihr aktives Leben, wie es scheint, aufzugeben, der Länge nach in zwei Tochterindividuen. Die Teilungsebene schneidet in diesem Falle zwischen den Geißeln hindurch; jede Tochterzelle muß also später eine Geißel neu bilden.“ Der genannte Autor stützt sich dabei wesentlich auf einen bei *Syracosphaera tenuis* beobachteten Fall. Solche stark vergrößerte und meist geschlossene Schalen, selbst wenn der Art sonst eine Schalenmündung zukommt, nennt *Lohmann Macrotheken*.

Ich sah nun innerhalb völlig normaler Schalen bei Pontosphaeren, Syracosphaeren und Calypptosphaeren mehrmals eine Teilung des Inhalts in zwei, einmal in vier nackte Zellen, wobei ich im ersteren Falle keine, im letzteren Falle bei einer dieser vier Tochterzellen zwei Geißeln und Bewegung sah. Die Tochterzellen waren nackt, zeigten die Chromatophoren in typischer Anordnung, so daß an artfremde Zellen nicht zu denken war (Fig. 9).

Es liegt somit bei den Coccolithophoriden *Schwärmsporenbildung* vor, wobei die Vierzahl vorherrschend scheint. Erst bei den Viererzellen dürften die Geißeln hervorspriessen.

Wie die Schwärmsporen frei werden, ob die Weite der Schalenpore und eigene Gestaltsveränderung ihr Durchschlüpfen gestattet, ob die Schalenpore erweitert, aufgelöst wird, oder ob die ganze Schale zerfällt, das konnte ich nicht beobachten. Schalenzerfall scheint mir meist einzutreten. Meiner Meinung nach sah *Lohmann* bei *Syracosphaera dentata* das allererste Stadium der einsetzenden Schwärmsporenbildung. Diesfalls kann von einem zweiten Teilungsmodus nicht gesprochen werden.

Bei der Durchmusterung reicher Coccolithenfänge treten fast stets nackte Zellen mit zwei gelben Chromatophoren auf, die den beobachteten Schwärmsporen entsprechen könnten. Offenbar bleibt das Schwärmerstadium eine Zeitlang erhalten. Große Schwankungen in den Größenverhältnissen der einzelnen Arten, desgleichen in Zahl und Dichte der aufgelagerten Coccolithen scheinen im Zusammenhang mit der Herausbildung der normalen Coccolithophoridenzellen aus Schwärmszellen ihre Erklärung zu finden.

Neu ist ferner Dauersporenbildung. Ich sah sie bei vielen Arten. Der ganze Zellinhalt ballt sich zu einem dichten kleinen kugligen Körper zusammen, wobei die Chromatophoren — offenbar infolge der Zusammenballung — eine intensive, meist hellbraune Färbung zeigen. Umgeben wird die Dauerspore von einer dickeren Membran. Geißeln und Coccolithen fehlen, desgleichen Erfahrungen über ihr ferneres Schicksal.

Die systematische Gliederung der Coccolithophorales durch *Lohmann* hat sich bewährt. Er ließ die Anzahl der Geißeln unbeachtet und zog den Bau der Coccolithen heran, wodurch er zwei absolut trennbare Ordnungen erhielt, die Ordnung der *Syracosphaerineae* mit undurchbohrten und die Ordnung der *Coccolithophorineae* mit durchbohrten Kalkplatten. Übergänge fehlen bis jetzt.

Die beiden Gattungen Halopappus und Calciconus ohne jede Coccolithenbedeckung, dafür aber mit einer homogenen, glasklaren Kalkschale versehen, dürften die Aufstellung einer dritten Ordnung rechtfertigen, die *Alithophorineae*, welche hinter den *Syracosphaerineae* ihren Platz hat.

Die Anzahl aller Gattungen beträgt zurzeit 19, die der Arten ca. 70, davon sind in den letzten drei Jahren aus der Adria allein neu hinzugekommen 3 Gattungen und ca. 40 Arten.

Nachdem schon *Wallich* (1877), *J. Murray* (1891) und *Haeckel* die Coccolithophoriden als einzellige pelagische Pflanzen erklärt hatten, erbrachte *Lohmann* den vollen Beweis dafür durch die Untersuchung der Chromatophoren und betrachtete sie als Chrysomonaden, die ausschließlich dem Meere angehören und eine wohlbegrenzte Familie innerhalb der Gruppe der *Chrysomonadina loricata Klebs* bilden.

Arthur Willey folgt in seiner Protozoenbearbeitung den Ansichten *Lohmanns* und weist ihnen die gleiche Stellung zu. *Poche* gibt ihnen einen eigenen Tribus (Tr. Coccolithoidae), besonders deswegen, wie er sagt, weil unter ihnen sowohl zwei- als eingeißelige Formen vorkommen. *Pascher* stellt sie neben die Chromulinidei.

Hartmann und *Schüßler* (Handwörterbuch d. Naturwissenschaften S. 1217) halten die Coccolithophoriden für Chrysomonaden mit ein oder zwei Geißeln, wodurch sie als polyphyletische Gruppe erscheinen. Der Besitz von ein oder zwei Geißeln gilt ihnen als primäres und wichtigstes Merkmal, und sie messen dem als sekundäres Merkmal bezeichneten Schalenbaue nur geringe Bedeutung zu. Daher bezeichnen sie an anderer Stelle die Coccolithophoriden als „wohl nur biologische Gruppe“.

Diese letzteren Ansichten sind nun nicht haltbar, seitdem es gelang, bei fast allen Coccolithophoriden zwei Geißeln zu beobachten. Nicht gesehen habe ich bisher überhaupt Geißeln bei *Rhabdosphaera*, *Calciosolenia*, *Michaelsarsia*, *Discosphaera* und *Calciconus*¹⁾, wobei ich aber die beiden letzteren Gattungen als in der Adria selten bislang nur in wenigen Exemplaren fand. Unsere Flagellaten werfen, ähnlich den Discoflagellaten, die Geißeln leicht ab, besonders wenn sie unter ungünstigen Verhältnissen stehen. Am ehesten erhält man sie durch sofortiges Abtöten

¹⁾ Die Gattung *Thorosphaera* sah ich überhaupt noch nicht.

des Fanges noch vor dem Zentrifugieren mit neutralem Formol 2—4 %.

Demnach sind die Coccolithophoriden zweigeißelige pflanzliche Flagellaten mit einem einheitlichen oder aus einzelnen Coccolithen gebildeten Kalkpanzer. Die Vermehrung erfolgt aller Wahrscheinlichkeit nach durch Längsteilung im beweglichen Zustande und sicher durch Schwärmsporenbildung. Rhizopodienbildung und Palmellastadien unbekannt. Assimilat: Öl.

Wir müssen daher die Coccolithophoriden als eine eigene selbständige Gruppe der gefärbten Flagellaten ansehen, systematisch beispielsweise gleichwertig den Chrysomonadinae, Dinophyceae. Keineswegs können sie als Chrysomonadinae angesehen werden, über die sie sich ja weit hinausentwickelt haben.

Über Fang und Konservierung nur einige Worte. Die Zentrifuge stellt das einzige allgemein brauchbare Fanginstrument dar. Gehärtete, glatte Papierfilter sind verwendbar. Durch Zusatz von neutralem 40-prozentigen Formol zum Fange (Fang + Fangwasser), so daß eine ungefähr 2—4-prozentige Lösung entsteht, scheint nach allen meinen Erfahrungen das brauchbarste Konservierungsmittel abzugeben. Die für die Bestimmung notwendigen Coccolithen bleiben tadellos erhalten, selbst bei jahrelanger Aufbewahrung.

Die Oikologie des Zellkörpers der Coccolithophoriden verdient unsere Beachtung. Es kommt ihm, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die Kugel- oder Eigestalt zu. Auffälligerweise ist der Geißelpol abgeplattet oder konisch vertieft,

das Gegenende entweder abgekugelt oder sogar mehr oder weniger verschärft konisch zulaufend. Die Coccolithen der mit Geißelpol versehenen Gattungen entwickeln entweder gar keine Fortsätze (große und kleine Arten) oder lange nur auf denen des Randes des Geißelpols (*Syracosphaera pulchra*, *Michaelsarsia* usw.). Nur die beiden Gattungen ohne solchen Pol, *Discosphaera* und *Rhabdosphaera*, bilden allseitig lange Fortsätze.

Es ist doch sicher von vornherein unverständlich, wie Organismen mit zwei oft mehrmals körperlangen Geißeln, also mit starker Antriebskraft, eine Förderung oder Unterstützung hinsichtlich des Schwebens durch winzig kleine Fortsätze (3—5 μ bei *Syracosphaera mediterranea*, *S. pulchra* u. a.) erfahren können. Von diesen kleineren Fortsätzen führen alle Übergänge zu den spitzen, mehr als körperlangen Kalkstrahlen von *Michaelsarsia*, *Halopappus* u. a., die auch wieder nur den Geißelpol umstellen. Auch hier können sie höchstens in zweiter Linie als Schwebeeinrichtungen angesprochen werden, denn ihrer Entwicklung und Stellung nach scheinen sie mir im Dienste des Schutzes der verwundbarsten Körperstelle, des schalenlosen, offenen Geißelpoles zu stehen. Den weitesten Mündungen entsprechen auch die längsten Kalkborsten.

Wir wissen noch wenig über die von den Tieren als Nahrung bevorzugten Schwebepflanzen, desgleichen über die Art des Verzehrens. Es scheint aber kaum mehr zweifelhaft zu sein, daß beispielsweise die gefräßigen Copepoden die Diatomeenzellen aussaugen. Die Kalkstrahlen, die wie eine Reuße die Mündung umgeben, könnten einen

Tabelle I.

Horizontale Verbreitung der Coccolithophoriden im Atlantischen Ozean nach Lohmann.

Datum der Stationen	I. Norden, kühles Gebiet		II. Tropen				III. Süden, kühles Gebiet		
			Nordäquatoriales Tropengebiet		Zwischen- gebiet	Südäquatoriales Tropengebiet			
	a	b	a	b		a	b	a	b
	14./23. Mai	23./29. Mai	6./12. Juni	14. Juni b. 3. Juli	5./17. Juli	19./24. Juli	3./17. August	19./30. August	2./4. Sept.
Pontosphaera Huxleyi.	556 *	171	899	165	91	692	427	1032	2092
Coccolithophora leptopora . .	75	484	89	4	6	55	10	15	2
Syracosphaera dentata.	4	97	234	38	7	12	5	3	7
Calyptrorpha oblonga.	—	118	89	93	2	1	10	3	—
Rhabdosphaera hispida	—	—	95	26	15	8	6	0,2	—
„ claviger	—	—	—	5	0,5	0,3	1	0,5	—
Syracosphaera pulchra.	—	—	—	23	2	2	3	3	0,5
Coccolithophora fragilis	—	—	1	1	0,2	114	2	1	—
Umbilicosphaera mirabilis . . .	—	7	6	1	11	35	27	18	—
Coccolithophora leptopora f. parva.	—	—	—	—	—	19	49	45	6
Coccolithophora pelagica . . .	5	—	1	3	5	6	1	2	48
Michaelsarsia spec.	—	—	—	—	—	—	1	3	3
Summe der Coccolithophoriden	638	1191	1418	454	168	990	571	1122	2174

* Individuenzahlen pro Liter.

wirksamen Schutz gegen die Angriffe der Feinde an der verwundbarsten Stelle bilden.

Zum Nachdenken fordert ferner die Gliederung der Fortsätze bei den beiden Gattungen *Michaelsarsia* und *Halopappus* (*H. quadribrachiatus*) (Fig. 10) heraus. Durch Versuche kann man sich leicht überzeugen, daß die „Glieder“ durch eine kalkfreie Partie, „Gelenke“, entstehen, und daß tatsächlich eine passive Beweglichkeit der einzelnen Glieder gegeneinander vorhanden ist. Ein analoger Fall liegt bei der bekannten Rotalge *Corallina* vor. Die Eigenbewegung obiger Formen müßte durch völlig starre Stacheln bei Bewegung in der Richtung der Längsachse nach vorne fast unmöglich, nach rückwärts zumindest sehr beeinträchtigt werden. Nach meinen Beobachtungen geht die Eigenbewegung bei *Halopappus* hauptsächlich nach rück- und seitwärts vonstatten. Erstere Bewegung wird bei stark nach vorn in die Richtung der Längsachse gestreckten Fortsätzen am geringsten durch Rei-

bungswiderstand beeinträchtigt. Damit erscheinen die „Gelenke“ verständlich.

Die Oikologie der Coccolithophoriden ist derzeit erst in ihren größeren Umrissen bekannt. Wiewohl in allen Meeren in den Sedimenten nachgewiesen, haben die Coccolithophoriden bis jetzt erst im Atlantischen Ozean und im Mittelmeer eingehendere Untersuchung erfahren. Dem bis jetzt bekannten geographischen Verteilungsbilde nach müssen diese Flagellaten als hauptsächlich Bewohner des temperierten und warmen Wassers angesehen werden.

Auf der Fahrt der „Deutschland“ durch den Atlantischen Ozean fand *Lohmann* die Coccolithophoriden neben den Diatomeen als die häufigsten Pflanzen des durchfahrenen Gebietes, und als in den tropischen Gebieten die Diatomeen zurücktraten, nahmen die Coccolithophoriden den ersten Rang im Phytoplankton ein.

Sie meiden das ausgesüßte Wasser. So kommt in der Ostsee nach *Lohmann* nur die kosmopoliti-

Tabelle II.

Station 12, nördliche Adria, Februar 1914. Individuen pro Liter.

Tiefe	Gefärbte und ungefärbte nackte Flagellaten, Chloroph.	Silico- flagellaten	Coccolitho- phoriden	Peridineen	Bacillaria- ceen	Protozoen	Metazoen
0 m	48 000	—	19 040	1 920	800	480	56
20 m	45 500	—	8 960	960	13 760	320	75
50 m	45 760	160	4 160	640	2 400	480	75
75 m	40 800	640	2 880	480	480	480	75
100 m	31 600	720	1 800	400	400	200	25
150 m	32 000	460	2 000	1 200	1 200	260	18
200 m	55 518	684	570	288	228	114	10
Summe	299 178	2 664	39 410	5 828	17 268	2 354	334
Durchschnitt pro Liter	42 644	432	3 913	768	2 554	307	42

Tabelle III.

Station 31, südliche Adria, Februar 1914. Individuen pro Liter.

Tiefe	Gefärbte und ungefärbte nackte Flagellaten, Chloroph.	Coccolitho- phoriden	Peridineen	Bacillaria- ceen	Protozoen	Metazoen
0 m	87 200	53 640	780	6 340	600	60
20 m	35 200	28 340	1 466	1 100	480	45
50 m	49 120	10 555	796	496	160	24
75 m	36 665	5 070	690	575	115	20
100 m	42 811	5 280	960	6 560	800	58
150 m	33 818	3 040	340	1 620	640	84
200 m	41 578	3 520	320	3 360	480	58
Summe	326 392	109 445	5 352	20 051	3 275	349
Durchschnitt pro Liter	41 776	10 500	720	2 647	512	50

sche *Pontosphaera Huxleyi* vor und in der Adria nimmt ihre Zahl von der mehr oder weniger ausgesüßten nördlichen Adria nach der mittleren und südlichen beständig zu.

Ihre vertikale Verteilung kann nicht zweifelhaft sein; als Pflanzen sind sie an die oberflächlichen Wasserschichten gebunden. Im Adriatischen Meere traf ich sie im Frühjahr 1914 auf 26 Stationen 14-mal unmittelbar an der Oberfläche, 9-mal in 20 m und nur 3-mal in 50 m Tiefe an. Im Mai und August ist ein häufigeres Abrücken gegen die Tiefe von 20 m bemerkbar. Auch im Atlantischen Ozean wurden sie in 0 m Tiefe am zahlreichsten gefangen.

Die Verteilung der Maxima und Minima im Jahre ist bisher wohl nur für die Adria sicher festgestellt. Hier fällt das Minimum in den Winter, während das Maximum im Mai-Juni auftritt. Auch hierin erinnern sie an die Peridineen.

Unsere Flagellaten nehmen in dem temperierten und warmen Meerwasser stets den hervorragendsten Anteil an der Zusammensetzung des Nannoplanktons. Nicht selten sind Fänge, denen die Coccolithophoriden das Gepräge geben, in denen sie in ungeheuren Mengen vorkommen. In der Adria sind oft 120 000 Individuen im Liter gefunden worden und in der Ostsee trat *Pontosphaera Huxleyi* mit 77 000 Zellen pro Liter auf. Am besten geben quantitative Fänge über das Auftreten Aufschluß. (Siehe Tabelle II und III.)

Als Produzenten organischer Substanz kommt ihnen somit unter den Phytoplanktonen eine hervorragende Bedeutung zu, die ihren Platz gleich hinter den Diatomeen bestimmt. Die Nahrungsballen der Salpen, dieser gefräßigen Planktonfresser, bestehen zu einem großen Teil aus Coccolithophoriden, desgleichen nähren sich *Cymbulia*, *Tiedemannia* und andere von ihnen. Daß die Appendicularien einen geradezu idealen Fangapparat für Coccolithophoriden besitzen, ist von Lohmann gezeigt worden. Unter den größeren Protozoen haben sich die Tintinnen als Vertilger der Coccolithophoriden herausgestellt.

Es ist auffallend, daß die Coccolithophoriden trotz ihres massenhaften Vorkommens in allen Meeren, ihrer Bedeutung als Nahrung der Tiere und als derzeit alleinige Bildner kalkartiger Sedimente unter den Phytoplanktonen bisher fast unbeachtet und unbekannt geblieben sind.

Fetthärtung.

Von Dr. W. Fahrion, Feuerbach-Stuttgart.

Die vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus wichtigste Verwendung der tierischen und pflanzlichen Fette ist naturgemäß diejenige zur menschlichen Ernährung. Bekanntlich muß unsere Nahrung vier Stoffgruppen enthalten: Eiweiß, Kohlehydrate, Fette und Salze, und der gegenwärtige Krieg hat es uns Deutschen sehr stark ins Bewußtsein gebracht, daß besonders auch die dritte dieser Stoffgruppen notwendig ist. Wir

genießen diese Fette entweder direkt oder nach vorausgegangener Verwendung zum Kochen, Braten, Backen usw. Für den direkten Genuß kommen vorwiegend halbfeste, streichfähige Fette in Betracht: Butter, Schweinefett, Gänsefett, Margarine, in gewissen Gegenden von Sachsen und Schlesien auch das flüssige Leinöl. Auch zum Kochen, Braten und Backen werden bei uns in erster Linie die obengenannten halbfesten Fette verwendet, und nur zu Salaten und Tunken dienen flüssige Öle: Oliven-, Mohn-, Raps-, Sesam-, Erdnußöl u. a. Die Verhältnisse sind nicht überall gleich: in Italien wird mit Olivenöl, im Orient mit einem Hartfett, dem Hammeltalg, gekocht und gebraten.

Der Verdauungsvorgang ist für die Fette noch nicht vollständig bekannt. Wir wissen nur, daß der Speichel und der Magensaft die Fette nicht angreifen, sondern daß dieselben erst im Darm, unter hauptsächlichlicher Mitwirkung des Pankreas- und Gallensaftes, verdaut werden. Wir wissen ferner, daß ein Teil der Fette unverändert resorbiert wird, daß aber andererseits der Darm fähig ist, Neutralfette zu spalten, sowie freie Fettsäuren und Seifen in Neutralfette umzuwandeln. Wir wissen schließlich, daß das erste Stadium der Verdauung eine weitgehende Emulsionierung ist, und daraus folgt ohne weiteres, daß der Schmelzpunkt eines Nahrungsfettes nicht über unserer Körpertemperatur von etwa 37° C liegen sollte, denn naturgemäß wird sich ein flüssiges Öl oder ein bei Körperwärme geschmolzenes Fett besser emulgieren als ein Hartfett, wie z. B. der Rindertalg, dessen Schmelzpunkt bis zu 50° und darüber steigen kann.

Ein geradezu ideales Speisefett ist das Milchfett in Form der Butter. Diese ist bekanntlich sehr gut streichfähig, dabei schmilzt aber das Milchfett bei 28 bis höchstens 33°, wird also im Innern unseres Körpers flüssig. Ferner ist es in der Butter schon mit Wasser emulgiert, wodurch dem Darm ein Teil seiner Arbeit abgenommen wird, und dieses Wasser enthält Vertreter der drei übrigen Stoffgruppen, nämlich einen Eiweißkörper (Kasein), ein Kohlehydrat (Milchzucker) und Salze. Schließlich enthält das Butterfett, im Gegensatz zum Schweine- und Gänsefett und zu den Pflanzenölen, in Form von Glyceriden nicht nur die gewöhnlichen, in fast allen Fetten vorkommenden Fettsäuren: Stearin-, Palmitin-, Ölsäure, sondern auch flüchtige Fettsäuren: Butter-, Capron-, Capryl-, Caprin-, Laurinsäure, welche das Aroma der Butter bedingen, die Geschmacksnerven anregen und daher die Verdaulichkeit der Butter erhöhen. Allerdings bringt der Wassergehalt der Butter auch einen Nachteil mit sich, sie ist nicht so lange haltbar wie wasserfreie Fette, sie wird beim Lagern ranzig, und der ranzige Geruch und Geschmack widersteht dem Europäer, während allerdings z. B. die Marokkaner mit Vorliebe ranzige Butter verspeisen sollen.

Jedenfalls machen es die oben geschilderten Vorzüge begreiflich, daß das Butterfett von altersher das beliebteste Speisefett war. Andererseits ist es aber auch das teuerste, und sein hoher Preis schränkt seine allgemeine Verwendung, auch bei den ärmeren Volksklassen, ein. Es ist daher begreiflich, daß man schon vor längerer Zeit nach einem Ersatzmittel für Butter suchte, das, wenn auch nicht alle, so doch einen Teil ihrer guten Eigenschaften aufweisen sollte. In dieser Hinsicht hat sich ein Mann, den wir sonst in Deutschland nicht sehr hoch einschätzen, ein Verdienst, man kann wohl sagen um die Menschheit, erworben, nämlich *Napoleon III.* Er veranlaßte den französischen Chemiker *Mège-Mouriés*, zu versuchen, in erster Linie für das Heer, in zweiter für die ärmeren Volksschichten, einen Butterersatz zu finden, der billiger und, wenn möglich, haltbarer sein sollte als die Kuhbutter. Zu diesen Versuchen stellte ihm *Napoleon* eine kaiserliche Farm bei Vincennes zur Verfügung, und hier stellte *Mège-Mouriés* folgendes fest: Wenn man eine Kuh hungern läßt, so gibt sie trotzdem noch eine Zeitlang Milch. Das in dieser Milch enthaltene Fett muß also aus dem Körperfett der Kuh, aus dem *Rindertalg* stammen, und da das MilCHFett wesentlich niedriger schmilzt, so muß der Talg auf dem Wege vom Innern des Tierkörpers zum Euter hochschmelzendes Fett, Stearin, verlieren. *Mège-Mouriés* beschloß, diesen Prozeß der *Entstearinierung des Rindertalg*es künstlich nachzuahmen. Er war kurz vor Ausbruch des Krieges 1870/71 mit seinen grundlegenden Versuchen zu Ende und ist durch diese Versuche der Begründer der heutigen *Margarineindustrie* geworden.

Zur Margarinefabrikation werden nur die besseren Stücke des Rindertalg verwendet, außerdem wird dieser *Speisetalg* noch einer Reihe von Reinigungsoperationen unterzogen und dadurch in den sog. *premier jus* übergeführt. Dieser wird geschmolzen und dann in Räumen, deren Temperatur dauernd auf 25 bis 30° gehalten wird, der Kristallisation überlassen. Durch hydraulische Pressen wird dann der feste Anteil von dem flüssigen getrennt. Der erstere heißt *Preßtalg*, sein Schmelzpunkt liegt natürlich höher als der des Ausgangsmaterials, während der flüssige Anteil, das *Oleomargarin*, beim Abkühlen butterartig erstarrt und bei höchstens 30° schmilzt. Dieses Oleomargarin ist der Hauptbestandteil der eigentlichen Margarine; um sie noch butterähnlicher zu machen, wird das Oleomargarin mit einem gewissen Prozentsatz *Milch* innig gemischt oder, wie der Fachausdruck lautet, *verkirnt*. Außerdem erhält die Margarine noch einen Zusatz von Pflanzenölen; bis zum Ausbruch des jetzigen Krieges waren 10 % *Sesamöl* gesetzlich vorgeschrieben, weil man mit seiner Hilfe die Margarine in einfacher Weise von der Kuhbutter unterscheiden kann.

Die Margarineindustrie hat in den meisten Kulturländern einen außerordentlichen Auf-

schwung genommen. Der Wert der deutschen Jahresproduktion betrug 1898 117 Millionen Mark, vor Kriegsausbruch wurde er auf 300 Millionen Mark geschätzt. Daß die Produktion an Talg sich nicht in demselben Maße vermehren konnte, liegt auf der Hand, denn es ist zu berücksichtigen, daß auch noch drei andere Industrien, die Seifenindustrie, die Stearinindustrie und die Lederindustrie steigende Mengen von Talg verbrauchten. Zwar führt Deutschland seit langen Jahren aus Ländern mit starker Viehzucht bedeutende Mengen von Talg ein, da aber die Entwicklung der Margarinefabrikation und damit ein steigender Bedarf auch in außerdeutschen Ländern einsetzte, so konnte eine Steigerung des Weltmarktpreises nicht ausbleiben, und in der Tat ist denn auch dieser Weltmarktpreis in den letzten 20 Jahren auf ungefähr das Doppelte gestiegen.

Es ist eben ein Mangel, daß Talg das einzige Hartfett ist, das Deutschland produziert. Pflanzen, welche harte oder mittelharte (schmalzartige) Fette liefern, kommen leider in Deutschland nicht vor, die Natur hat uns in dieser Beziehung etwas stiefmütterlich behandelt. Nur die Menge der pflanzlichen Öle ließe sich durch vermehrten Anbau steigern, da er aber wenig rentabel war, so sind Flachs, Mohn und Raps bei uns immer seltener geworden.

Besser als die gemäßigten Zonen sind die tropischen Gegenden mit pflanzlichen harten und halbharten Fetten bedacht, hauptsächlich sind hier zu nennen das *Kokosfett* von der Kokospalme und das *Palmöl* sowie das *Palmkernöl* (beide nicht flüssig) von der Ölpalme. Nur das Palmöl wird in Afrika selbst gewonnen, wogegen die Palmkerne und die Kopra, das getrocknete Fruchtfleisch der Kokosnüsse, als solche verschifft und in den Kulturländern auf Fett verarbeitet werden. Die deutsche Einfuhr an Palmöl, Palmkernen und Kopra ist ständig gestiegen und erfreulicherweise auch der Anteil der deutschen Kolonien an den Einfuhrziffern; z. B. führten wir 1911 148 000 t Kopra ein, worunter 11 % deutschkolonialer Herkunft. Alle diese drei tropischen Fette sind ausgezeichnete Rohmaterialien für die Seifenindustrie, während für die Stearinindustrie höchstens das Palmöl und für die Lederindustrie keins von ihnen eine Rolle spielt. Dagegen sind Kokos- und Palmkernfett nach entsprechender Reinigung gute Speisefette, weil sie, wie das Butterfett, flüchtige Fettsäuren enthalten. Gereinigtes Kokosfett wird in großen Mengen als *Pflanzenbutter* direkt verwendet, und auch seine Verwendung in der Margarinefabrikation hat ständig zugenommen. Letzteres gilt auch für das Palmkernfett, und in den letzten Jahren wurden auch noch die besseren Sorten des Palmöls durch besondere Reinigungsmethoden in „Speisepalmöl“ übergeführt und dadurch weitere Mengen der tropischen Hartfette von der Speisefettindustrie mit Beschlag belegt. Die natürliche Folge war,

daß auch der Preis dieser tropischen Hartfette ständig stieg.

Die vorstehenden Ausführungen machen es verständlich, daß seit Anfang dieses Jahrhunderts in Deutschland und anderen Ländern mit ähnlichen natürlichen und industriellen Verhältnissen der Mangel an Hartfetten sich immer fühlbarer machte und die folgende Frage von immer größerer Bedeutung wurde: *Wenn die Chemie auch nicht vermag, Fette in technisch lohnender Weise synthetisch herzustellen* — Versuche in dieser Richtung sind zurzeit aussichtslos —, *vermag sie nicht wenigstens flüssige Öle, welche die Natur in größeren Mengen erzeugt, in feste Fette umzuwandeln, d. h. Fette zu härten?* Im Prinzip war diese Frage schon im Jahre 1900 in bejahendem Sinne gelöst, aber erst im Jahre 1912 kamen gehärtete Fette in größeren Mengen auf den Markt. Um dies verständlich zu machen, ist es notwendig, auf die chemische Zusammensetzung der Fette kurz einzugehen. Sie sind Ester und bestehen einerseits aus Glycerin, andererseits aus Fettsäuren. Die am häufigsten vorkommenden Fettsäuren wurden schon früher erwähnt, es sind:

	Formel	Schmelzpunkt
Palmitinsäure . . .	$C_{16}H_{32}O_2$	62°
Stearinsäure . . .	$C_{18}H_{36}O_2$	69°
Ölsäure	$C_{18}H_{34}O_2$	14°

Die Ölsäure erstarrt erst bei 4°, sie ist daher bei gewöhnlicher Temperatur flüssig. Die Glyceride der Fettsäuren zeigen ähnliche Schmelzpunktsdifferenzen, so daß ein Fett im allgemeinen um so härter und höherschmelzender ist, je mehr es Stearin- und Palmitinsäure, und um so weicher und flüssiger, je mehr es Ölsäure enthält. So besteht z. B. sowohl der Rindertalg als das *Rinderklauenöl* so gut wie ausschließlich aus Glyceriden der Palmitin-, Stearin- und Ölsäure. Trotzdem ist der erstere fest und hart, das letztere ein ziemlich dünnflüssiges Öl, weil eben der Ölsäuregehalt beim Rinderklauenöl ungleich größer ist als beim Talg. Wenn es also gelingt, die Ölsäure in Stearinsäure umzuwandeln, so muß es auch gelingen, das Klauenöl in ein festes, talgartiges Fett überzuführen und sogar den Schmelzpunkt des Talges noch wesentlich zu erhöhen.

Die *Umwandlung der Ölsäure in Stearinsäure* erscheint nun auf den ersten Blick sehr leicht, denn die Formel der ersteren unterscheidet sich von derjenigen der letzteren nur durch einen Mindergehalt von zwei Wasserstoffatomen. Es ist aber nicht leicht, diese beiden Wasserstoffatome an die Ölsäure anzulagern, man kann in die letztere tagelang gasförmigen Wasserstoff einleiten, ohne daß sie sich auch nur im mindesten verändern würde. Es gibt aber außer der Anlagerung von Wasserstoff noch andere Wege zur Härtung der Ölsäure, und tatsächlich sind derartige Wege schon im vorigen Jahrhundert beschritten worden, wie denn überhaupt das Problem der Härtung der Ölsäure wesentlich älter ist als dasjenige der Härtung fetter Öle, d. h. flüs-

siger Glyceride. Geboren wurde das erstere Problem in der Stearinindustrie.

Die *Stearinindustrie* hat zunächst die Aufgabe, die natürlichen Fette zu zerlegen in Glycerin und Fettsäuren. Wie schon oben erwähnt, sind diese Fettsäuren zumeist ein Gemisch von Palmitin-, Stearin- und Ölsäure, und es ist die weitere Aufgabe der Stearinindustrie, dieses Fettsäuregemisch in einen flüssigen und einen festen Anteil zu zerlegen. Der erstere besteht aus Ölsäure und heißt technisch *Olein*, der feste Anteil ist ein Gemisch von Palmitinsäure und Stearinsäure und heißt technisch *Stearin*. Er ist das Hauptprodukt der Stearinfabrikation und dient in erster Linie zur *Herstellung von Kerzen*. Aber auch die Nebenprodukte sind wertvoll: Das Glycerin wird zu allen möglichen Zwecken verwendet, am wichtigsten ist heute seine Verwendung in der Sprengstoffindustrie, und das Olein ist ein sehr geschätztes Rohmaterial für die Seifenindustrie und wird auch noch zu verschiedenen anderen Zwecken benutzt. Es mußte sich aber seinen Platz in der Industrie erst allmählich erobern; vor einigen 40 Jahren hatte es nur etwa den halben Wert des Stearins, und der Wunsch, es ebenfalls in Kerzenmaterial umzuwandeln, lag daher sehr nahe. Tatsächlich sind denn auch schon vor 1900 eine Reihe von Vorschlägen in dieser Richtung gemacht und zum Teil auch in die Praxis übertragen worden. Es kann hier nicht auf alle diese Vorschläge eingegangen, nur einige derselben sollen erwähnt werden.

Im Jahre 1883 wurde in einer Marseiller Fabrik Ölsäure nach einer von *Radisson* herrührenden Methode gehärtet. Charakteristisch für diese Methode ist, daß die Ölsäure nicht Wasserstoff aufnimmt, sondern daß im Gegenteil im Verlauf der Reaktion Wasserstoff frei wird. Diese Reaktion beruht nämlich darauf, daß die Ölsäure unter der Einwirkung von Alkali bei hoher Temperatur in Palmitinsäure und Essigsäure gespalten wird:



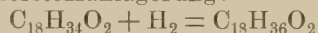
In gußeisernen Kesseln mit Deckeln aus Eisenblech wurden 1500 kg Ölsäure und 2500 kg Kalilauge von 43° Bé zunächst bis zum Trockenwerden der gebildeten Seife erwärmt. Dann wurde die Temperatur der Masse, welche durch ein Rührwerk in Bewegung gehalten wurde, langsam gesteigert. Die Wasserstoffentwicklung begann bei 290° und war bei 320° beendet, was sich durch eigentümlich riechende Gase zu erkennen gab. Dann wurde die Schmelze durch Wasser und Dampf in Lösung gebracht, das palmitinsäure Kalium schied sich oben unlöslich ab und ergab bei der Zersetzung mit Schwefelsäure eine hellbraune Palmitinsäure, welche sich unter Hinterlassung von 3 % Pech gut destillieren ließ. Die Kosten des Verfahrens wurden mit 31,15 Fr. pro 100 kg, der Betriebsverlust mit nur 1 % angegeben, aber das Verfahren konnte sich nicht dauernd einführen.

* Auch durch Anlagerung von Wasser läßt sich die Ölsäure härten, und die entstehende *Oxystearinsäure* schmilzt sogar höher als die Stearinsäure, nämlich bei 83 bis 85°. Auch diese Reaktion:



hat eine Anzahl patentierter Verfahren ins Leben gerufen, von denen hier nur dasjenige der Standard Oil Company angeführt sein soll. Laut D. R. P. 174 471 wird das Olein in der doppelten Menge Petroleum gelöst und diese Lösung bei 45° mit Schwefelsäure und nachher mit Wasserdampf behandelt. 50 % der Ölsäure werden so in Oxystearinsäure übergeführt, welche beim Abkühlen der Lösung auskristallisiert und durch Zentrifugieren abgeschieden werden kann. Sie hat aber den Nachteil, daß sie sich nicht ohne weiteres mit Paraffin mischen läßt.

Es gibt noch einige weitere Möglichkeiten zur Härtung der Ölsäure, welche aber ebenfalls nicht zu technisch brauchbaren Methoden führten, so daß man immer wieder auf die Hydrierung, auf die Überführung der Ölsäure in Stearinsäure durch Wasserstoffanlagerung:



zurückkam. Diese Reaktion erhöht das Gewicht der Ölsäure nur um 0,7 %, dagegen ihren Schmelzpunkt um 55°.

Es gibt nun zwei Faktoren, welche die obige Reaktion ermöglichen, nämlich die *Elektrizität* und *Katalysatoren*. *Fokin* (s. später) führt auch die elektrolytische Reduktion der Ölsäure auf eine Katalyse zurück, weil er fand, daß das Material der Elektroden von großem Einfluß ist.

Der elektrische Strom wurde wiederum schon vor 1900 von verschiedenen Erfindern zur Mitwirkung herangezogen; es soll aber hier nur das Prinzip der Methode von *A. de Hemptinne* angeführt werden, welcher in den Jahren 1904 und 1905 verschiedene Patente erhielt (z. B. D. R. P. 166 866, 167 107, 169 410). Zwischen einer Anzahl von Metallplatten, die durch Glasplatten getrennt sind, um Kurzschlüsse zu vermeiden, finden elektrische Glimmentladungen statt. Man läßt aus einer Brausevorrichtung Ölsäure in feinem Strahl auf die Platten rieseln, gleichzeitig strömt von unten Wasserstoff zu. Durch langsame Drehung des Apparates bildet die Ölsäure eine bewegliche Schicht, so daß fortwährend eine neue Oberfläche der Einwirkung des Wasserstoffs ausgesetzt wird. Die Ausbeute an *Stearinsäure*, durch Abkühlen und Filtrieren gewonnen, soll 50 % betragen, der flüssig gebliebene Anteil kehrt in den Prozeß zurück. Aber auch dieses Verfahren erwies sich als unrentabel, und die Lösung des Problems blieb der katalytischen Hydrierung vorbehalten.

Unter einem *Katalysator* versteht man im allgemeinen einen Körper, der eine chemische Reaktion durch seine bloße Gegenwart beschleunigt oder überhaupt erst ermöglicht, aber selbst bei dieser Reaktion unverändert bleibt. Die An-

wendung der Katalysatoren ist schon alt; schon vor bald 100 Jahren benützte *Döbereiner* in seinem berühmten Feuerzeug *Platinschwamm* zur katalytischen Oxydation des Wasserstoffs. Daß fein verteiltes Platin auch zur katalytischen Reduktion bzw. Hydrierung geeignet ist, hat der russische Chemiker *S. Fokin* festgestellt, aber erst im Jahre 1906, während die französischen Chemiker *Sabatier* und *Sendéréns* schon in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts eine große Zahl vorher unmöglicher Hydrierungsvorgänge dadurch möglich machten, daß sie fein verteilte unedle Metalle, vor allem *Nickel*, als Katalysatoren benützten. Diese Prozesse bezogen sich aber ausschließlich auf flüchtige Substanzen, welche gemeinsam mit Wasserstoff destilliert werden konnten.

Nun gehört auch die *Ölsäure* zu den flüchtigen Substanzen. Sie ist zwar unter gewöhnlichem Druck nur schwer destillierbar, wohl aber unter vermindertem Druck oder mit Hilfe von überhitztem Wasserdampf, und von der letzteren Operation macht die Stearinindustrie zum Zweck der Reinigung der Fettsäuren schon seit Jahrzehnten Gebrauch. Dagegen sind die Glyceride der Stearin-, Palmitin- und Ölsäure, d. h. die natürlichen Fette, auch im hohen Vakuum nicht ohne Zersetzung flüchtig; als Zersetzungsprodukte entstehen hauptsächlich Kohlenwasserstoffe. Für *Sabatier* und *Sendéréns* kamen daher die Neutralfette überhaupt nicht in Betracht, und erst im Jahre 1909 hydrierte *Sabatier* (gemeinsam mit *Mailhe*, vgl. Chem. Zentralbl. 1909, I, S. 833) auch die Ölsäure.

Der erste, der auf den Gedanken kam, auf dem von *Sabatier* und *Sendéréns* gezeigten Wege auch die Ölsäure und flüssige Fette zu härten, war der deutsche Chemiker *W. Normann*. Sein Verfahren wurde ab 14. August 1902 der Firma *Herforder Maschinenfett- und Ölfabrik Leprince & Siveke* in Herford patentiert, und der Anspruch des D. R. P. 141 029 lautet folgendermaßen: Verfahren zur Umwandlung ungesättigter Fettsäuren oder deren Glyceride in gesättigte Verbindungen, gekennzeichnet durch die Behandlung der genannten Fettkörper mit Wasserstoff bei Gegenwart eines als Kontaksubstanz wirkenden, fein verteilten Metalles.

Über die Ausführung des Verfahrens wird in der Patentschrift gesagt, daß entweder die Fettsäuredämpfe über das Kontaktmetall geleitet werden sollen, das seinerseits auf einem geeigneten Träger, z. B. Bimsstein, verteilt ist, oder es soll die Fettsäure bzw. das Fett mit frisch reduziertem Nickelpulver gemischt, im Ölbad erhitzt und ein kräftiger Wasserstoffstrom durchgeleitet werden.

Das obige Patent, das im Jahre 1917 abläuft, hat eine bewegte Geschichte erlebt. Es wanderte zunächst mit dem Erfinder nach England, wo es in der Fabrik von *J. Crosfield and sons in Warrington* technisch durchgearbeitet wurde.

Heute ist es im Besitz der holländischen Firma *Naamlooze Venootschap Anton Jurgens Verenigde Fabrieken in Oss*. Diese gründete die *Ölwerke Germania in Emmerich*, welche Ende 1911 den regelmäßigen Betrieb aufnahmen und ihn im Laufe weniger Jahre derart vergrößerten, daß wöchentlich 1000 t gehärtetes Fett erzeugt wurden. Als Rohmaterial dienten vorwiegend *Walfishtrane*, und die Härtingsprodukte dieser Traue kamen in folgenden Marken in den Handel:

	Schmelzpunkt
Talgol	35—40 °
Talgol Extra	42—45 °
Candelite	48—50 °
Candelite Extra . . .	50—52 °

Durch den Krieg trat natürlich eine Stockung ein, und die Fabrik mußte schließlich infolge mangelnder Tranzufuhr den Betrieb einstellen.

Angesichts der hohen wirtschaftlichen Bedeutung der Fetthärtung ist es begreiflich, daß das Normannsche Patent eine große Anzahl weiterer Patente in allen Kulturländern nach sich zog; ihre Zahl dürfte bei Kriegsausbruch schon über 200 betragen haben. Besonders auch bei uns in Deutschland wurde eine große Anzahl von Härtingsverfahren zum Patent angemeldet, in vielen Fällen umsonst, weil das Normannsche Patent mit seiner weiten Fassung im Wege stand.

Es mag zunächst ein Patent erwähnt sein, das schon im Jahre 1910 angemeldet, aber erst im vorigen Jahre erteilt wurde: D. R. P. 286 789 der *Bremen-Besigheimer Ölfabriken*. Der Anspruch lautet: Verfahren zur Herstellung einer haltbaren, zum Härten von Fettstoffen besonders geeigneten Kontaktmasse unter Verwendung eines auf einen anorganischen Träger niedergeschlagenen Kontaktmetalls, dadurch gekennzeichnet, daß das Kontaktmetall in pyrophorischer Form auf einen anorganischen, pulverförmigen Träger niedergeschlagen und die Masse sofort mit Öl zu einer Emulsion angerieben wird, in welcher die Katalysatorteilchen mikroskopisch fein verteilt sind.

Dieses Patent bedeutet einen Teil des von dem russischen Chemiker *Wilbuschewitsch* herührenden Härtingsverfahrens, das im Ausland vielfach patentiert ist und von der oben genannten Firma erworben wurde. Für die Hydrierung selbst ist charakteristisch, daß sie im Autoklaven stattfindet. Der Wasserstoff tritt unter hohem Druck ein, die Ölkatalysatormischung wird durch Streudüsen fein verteilt.

Gegen die Patentierung dieses Wilbuschewitschverfahrens erhob die *Naamlooze Venootschap* als Inhaberin des deutschen Normannpatentes Einsprache. In der Folge kam aber eine freundschaftliche Verständigung zwischen beiden Firmen zustande, dahingehend, daß die *Bremen-Besigheimer Ölfabriken* nur gehärtete Speiseöle (Baumwollsaamen-, Erdnuß-, Sesamöl u. a.), die *Naamlooze Venootschap* bzw. die

Ölwerke Germania nur gehärtete Fette für technische Zwecke herstellen.

(Schluß folgt.)

K. Toldts Untersuchungen vorgeschrittener Entwicklungsstadien von Säugetieren.

Der Entwicklungsgang der zoologischen Wissenschaft hat es mit sich gebracht, daß der ausgebildete Organismus sowohl für die zoologische Systematik als auch für die vergleichende Anatomie immer im Vordergrund des Interesses gestanden hat, während sich die entwicklungsgeschichtliche Forschung meist mit der eingehenden Untersuchung der frühesten und frühen Stadien bis etwa zu dem Punkte begnügte, auf dem die Organe in der Hauptsache differenziert sind, und das junge Geschöpf in seinem Äußeren die kennzeichnenden Formen seiner Art oder wenigstens Gattung eben erkennen läßt. Die vorgeschrittenen Entwicklungsstadien sind, wie besonders *Toldt*¹⁾ nachdrücklich hervorgehoben hat, bei den Säugetieren wie bei den meisten anderen Wirbeltierklassen fast immer sehr stiefmütterlich behandelt worden. Nicht einmal die entwicklungsgeschichtliche Erforschung des am genauesten untersuchten Säugetiers, des Menschen, macht in dieser Beziehung eine Ausnahme. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur das große, vor kurzem erschienene, sonst vortreffliche Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen von *Keibel* und *Mall* in die Hand zu nehmen. Die Bearbeiter der meisten Organsysteme sehen dort in der Regel ihre Aufgabe als beendet an, wenn sie die Entwicklung derselben durch die ersten zwei oder drei, selten mehr Monate des Embryonallebens verfolgt haben. Aber nicht nur die Zusammenstellungen in den Lehrbüchern sind in dieser Hinsicht viel zu eng begrenzt, auch unsere tatsächlichen Kenntnisse über die Umbildungen der Organe in den späteren Entwicklungs- und den Jugendstadien sind zum Teil noch höchst mangelhaft, was man sofort wahrnimmt, wenn man in die Lage kommt, sich über den gesamten Entwicklungsgang eines Organsystems unterrichten zu müssen. Greifen wir als Beispiel die Entwicklung der Haut des Menschen heraus. Man findet dann, daß Manches, was dem alten *Albin* und *Albrecht v. Haller* bekannt war, in Vergessenheit geraten ist, dasselbe gilt auch zum Teil für die vor 30 Jahren gemachten wichtigen Entdeckungen *Blaschkos*, und daß Anderes, wie z. B. die Veränderungen, die die Haut beim Übergange aus dem Dauerbade im Amnionwasser in das Dasein im Medium der Luft durchmacht, noch niemals genauer untersucht worden ist²⁾. Noch viel lückenhafter sind natürlich in dieser Beziehung unsere Kenntnisse der Entwicklung der anderen, überhaupt weniger eingehend untersuchten Wirbeltiere, und somit sind die Bemühungen *Toldts* nur auf das freudigste zu begrüßen, dieser Vernachlässigung der älteren Entwicklungs- und der Jugendstadien entgegenzuarbeiten und durch eigene Untersuchungen zu zeigen, wie wichtige Fragen hier noch

¹⁾ K. Toldt jun., Über den Wert der äußerlichen Untersuchung vorgeschrittener Entwicklungsstadien von Säugetieren. Mit 4 Tafeln. Verhdl. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien, Bd. 64, 1914.

²⁾ Vgl. darüber meine Studie über die Fußsohle des Menschen. Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 82, Abt. II, 1913.

ihrer Lösung harren. Auf seine eingehende Untersuchung eines Elefantenfetus¹⁾ ist vor kurzem eine nicht minder gründliche eines neugeborenen Hippopotamus amphibius²⁾ gefolgt. Im Vordergrund steht auch in dieser Arbeit das Studium des Integuments, seiner Färbung, Faltenbildung, Behaarung, Verteilung der Hautdrüsen, fetaler Zustand der Hufe. Dazu kommen vergleichende Betrachtungen über die fetalen Huf- und Krallenformen der Säugetiere sowie interessante Mitteilungen über jahreszeitliche Formverschiedenheiten der dritten und vierten Fingerkrallen der „Gabelkrall-Lemminge“, während eine Gegenüberstellung der erörterten Verhältnisse beim neugeborenen Flußpferd mit solchen beim Elefantenfetus den Abschluß der Arbeit bildet.

Schon oben wurde darauf hingewiesen, wie große Lücken unsere Kenntnisse der Integumententwicklung infolge der bisherigen Vernachlässigung der älteren Entwicklungsstadien bis jetzt noch aufweisen. Eine solche Lücke ist bereits durch eine frühere Arbeit Toldts³⁾, die ich hier mit behandeln möchte, ausgefüllt worden. Bekanntlich ist bei unseren Hauskatzen Wildzeichnung, d. h. Zeichnung, die für die wilden Stammeltern unserer Hauskatzen (europäische Wildkatze oder nubische Falbkatz) charakteristisch ist, kein seltenes Vorkommnis. Andererseits gibt es Varietäten der Hauskatze, bei denen im ausgebildeten Zustand keine Spur von Wildzeichnung wahrzunehmen ist; die Tiere sind entweder einfarbig ohne jede Zeichnung oder besitzen Zeichnungen, die zur Wildzeichnung keine erkennbaren Beziehungen besitzen. Toldt fand nun, daß in mittleren Entwicklungsstadien der Hauskatze *ausnahmslos* streifenförmige Epidermis-differenzierungen als Vorläufer der späteren dunkleren Fellstreifen auftreten, welche sich hinsichtlich ihrer Anordnung mit der dunklen Wildzeichnung des Katzenfells decken. Die Ausbildung dieser Zeichnung wird nun in vielen Fällen durch das nachträgliche Auftreten einer Domestikationsfärbung bzw. Domestikationszeichnung unterdrückt, doch lassen sich auch in diesen Fällen wenigstens noch Spuren der Wildzeichnung in älteren Fetalstadien und zuweilen selbst bei jungen Tieren nachweisen. Auf interessante Schlüsse, die Toldt dann weiter aus diesen Befunden auf die Abstammung der Hauskatze zieht, kann ich hier nicht eingehen. Toldt bezeichnet es als wahrscheinlich und gibt einen Beleg dafür, daß auch bei Embryonen anderer Haussäugetiere die entsprechende Wildzeichnung des Felles in ähnlicher Weise wie bei den Hauskatzen vorgebildet ist, und soweit dies der Fall ist, würde

bei diesen Formen das oft beobachtete Auftreten von Rückschlägen domestizierter Rassen, die keine Spur von Wildzeichnung besitzen, in die Zeichnung der Stammformen in einem neuen Licht erscheinen. Die Wildzeichnung ist in diesen Fällen noch gar nicht verloren gegangen, sie fristet keineswegs nur in Gestalt eines unwirksam gewordenen Erbfaktors ein lediglich latentes Dasein, sondern sie tritt in gewissen Stadien der Ontogenese stets greifbar, wenn auch nur der genauen Untersuchung wahrnehmbar, in Erscheinung, wird auf späteren Stadien durch die Wirksamkeit anderer Faktoren verdeckt, kann aber unter bestimmten Bedingungen, besonders bei gewissen Kreuzungen, sich auch dann noch manifestieren.

Beim Flußpferd, beim Elefanten fehlt ebenso wie beim Rhinoceros etwas, was man als Zeichnung bezeichnen könnte, da ja die Haarbekleidung bei diesen Formen in hohem Grade rückgebildet ist, und auch im Fetal- und Säuglingsstadium nur zu einer sehr mangelhaften Entfaltung kommt. Die im wesentlichen nackte Haut dieser Tiere, die von mächtiger Dicke ist (was der älteren Systematik Veranlassung gab, diese verwandtschaftlich in keiner Weise zusammengehörigen Formen in der Gruppe der Pachydermata zusammenzufassen), bietet aber die Eigentümlichkeit recht charakteristischer Runzel- und Faltenbildungen, welche mit den allgemeinen Spannungsverhältnissen der Haut in Zusammenhang stehen, die ihrerseits mit den Körperbewegungen des Tieres in Verbindung zu bringen sind. Eine ganze Anzahl dieser charakteristisch festgelegten Furchen konnte Toldt nun schon beim neugeborenen Flußpferd nachweisen und neigt um so mehr der Ansicht zu, daß sie vielfach bereits erblich fixiert sind, als sich auch beim unausgetragenen Elefantenfetus gewisse für das ältere Tier charakteristische Furchen embryonal vorgebildet finden. Besonders sind dort am Rüssel und in der Perineal- und Glutealgegend bereits Furchen und Runzeln ausgeprägt, welche ihrer Zahl und Lage nach vielfach solchen bei den Jungen und Erwachsenen entsprechen. Nicht viel anders scheinen die Dinge bei den Seekühen zu liegen⁴⁾. Auch hier eröffnen sich also, wie wir sehen, bei diesen Untersuchungen Ausblicke auf wichtige Fragen der Erblchkeitsforschung.

Ebenso vielversprechend für eine vertiefte Behandlung einer ganzen Reihe anderer biologischer Probleme ist die von Toldt am Huf von Hippopotamus in Angriff genommene und vergleichend auf andere Formen ausgedehnte Untersuchung über die fetalen Hornbekleidungen der Säugetiere, über welche unsere bisherigen Kenntnisse noch höchst unbefriedigend sind.

Natürlich ist es dem einzelnen Forscher nicht möglich, die zahllosen Lücken auszufüllen, die zwischen unserer Kenntnis der embryologischen Frühstadien einerseits, des nahezu oder ganz fertig entwickelten Individuums andererseits bis jetzt noch klaffen. Aber Toldts bisherige Arbeiten beweisen schon jetzt auf das deutlichste den Wert eingehender Untersuchung der vorgeschrittenen Entwicklungsstadien und lassen erkennen, eine wie reiche Ernte der weiteren Forschung auf diesem Gebiet noch bevorsteht.

Richard Semon, München.

¹⁾ K. Toldt jun., Über die äußere Körpergestalt eines Fetus von *Elephas maximus* (= *indicus*) L. nebst vergleichenden Betrachtungen über sein Integument, insbesondere über die Behaarung. Mit 5 Tafeln. Denkschriften der K. Akad. d. Wissensch., Math.-Naturw. Kl., Bd. 90. Wien 1914.

²⁾ K. Toldt jun., Äußerliche Untersuchung eines neugeborenen Hippopotamus amphibius L., mit besonderer Berücksichtigung des Integuments und Bemerkungen über die fetalen Formen der Zehenspitzenbekleidung bei Säugetieren. Mit 6 Tafeln und 2 Textfiguren. Denkschriften d. K. Akad. d. Wissensch., Math.-Naturw. Kl., Bd. 92. Wien 1915.

³⁾ K. Toldt jun., Beiträge zur Kenntnis der Behaarung der Säugetiere. Mit 2 Tafeln. Zool. Jahrbücher, Abt. f. Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, Bd. 33, 1912.

⁴⁾ Vgl. die Abbildungen von Lamantin- und Dugongfeten in *Kükenthals* Untersuchungen an Sirenen, Semons zool. Forschungsreisen in Australien u. d. mal. Archipel, Bd. 4, 1897.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 22.

2. Juni 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Sind die Bienen wirklich farbenblind? Von Prof. Dr. H. v. Buttel-Reepen, Oldenburg. S. 289.

Fetthärtung. Von Dr. W. Fahrion, Feuerbach-Stuttgart. (Schluß.) S. 291.

Besprechungen:

Máday, Stefan von, Gibt es denkende Tiere? Von A. Pütter. S. 296.

Nußbaum, M., G. Karsten und M. Weber, Lehrbuch der Biologie für Hochschulen. Von A. Pütter. S. 297.

Marx, Erich, Handbuch der Radiologie. Von Edgar Meyer. S. 297.

Glatzel, Bruno, Elektrische Methoden der Momentphotographie. Von R. Ladenburg. S. 299.

Beckenkamp, J., Statische und kinetische Kristalltheorien. Von H. E. Boeke. S. 300.

Physikalische Mitteilungen:

Photoelektrische Zellen. Transmissionskoeffizienten für die Sonnenstrahlung. Emissionsspektrum des Natriumdampfes. Zwei Modifikationen des Tellur. Zwei allotrope Modifikationen des Kupfers. Selen. Plancksche Strahlungsformel. Die Reflexion von Elektronen. Die spektrale Empfindlichkeitskurve des Auges. Freie Elektronen in frisch gereinigtem Wasserstoff. S. 301-302.

Agrikulturtechnische Mitteilungen:

Die Lupine oder Wolfsbohne als faserliefernde Pflanze. Die Brennessel als Faserpflanze. Die Verwertung der Nebenprodukte der Bierfabrikation. S. 302-304.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Bayrischen Akademie der Wissenschaften. S. 305.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1916, Bd. 34, H. 3. S. 306.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1916, Bd. 57, H. 1. S. 306.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1916, Bd. 115, H. 3. S. 307.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 47, H. 2/3 u. H. 4. S. 307.

Archiv für Naturgeschichte, Abt. A, 1915, H. 6. S. 307.

Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 1916, Bd. 42, H. 1. S. 307.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, Jahrg. 44, H. 1 u. H. 3. S. 308.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Untersuchungen über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen (1903—1916)

von

Carl Dietrich Harries

Mit 18 Textfiguren

Preis M. 24.—; in Halbfranz gebunden M. 27.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Das kürzlich vollständig gewordene
Handwörterbuch der Naturwissenschaften



10 Bände gebunden 230 Mark liefert
gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark
Quartalsrate franko. Ein Band zur An-
sicht ohne Kaufzwang. — Prospekt kostenfrei.

Hermann Meusser Buchhandlung.

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Instinkt und Erfahrung

Von **C. Lloyd Morgan**

Autorisierte Übersetzung von Dr. R. Thesing

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Fortschritte der Teerfarbenfabrikation und verwandter Industriezweige

An der Hand der systematisch geordneten und mit kritischen Anmerkungen versehenen
Deutschen Reichs-Patente

dargestellt von

Professor Dr. **P. Friedlaender**

Dozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt

Elfter Teil. 1912—1914

Preis M. 68.—; in Halbfranz gebunden M. 72.—

Vor kurzem erschien:

Wärmetechnische und wärmewirtschaftliche Untersuchungen aus der Sulfitzellstoff-Fabrikation

Von

Dr.-Ing. **Jos. Frhr. v. Laßberg**

Mit 24 Textfiguren

Preis M. 2.60

Vor kurzem erschien:

Papierprüfung

Eine Anleitung zum Untersuchen von Papier

Von

Professor **Wilhelm Herzberg**

Vorsteher der Abteilung für papier- und textiltechnische Untersuchungen
am Königlichen Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 98 Textfiguren und 23 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

2. Juni 1916.

Heft 22.

Sind die Bienen wirklich farbenblind?

Von Prof. Dr. H. v. Buttel-Reepen, Oldenburg i. Gr.

Meiner Ansicht über diese Frage gab ich u. a. in dieser Zeitschrift schon Ausdruck (1915). Ich mußte mich, auf Grund langjähriger biologischer Beobachtungen und der bisher veröffentlichten Arbeiten, den Ausführungen von K. v. Frisch anschließen, der infolge eingehender Untersuchungen zur Überzeugung gelangte, daß von einem totalen Farbenblindsein der Bienen nicht gesprochen werden könne, sondern höchstens von einer Rot-Grün-Blindheit, etwa nach der Art der sog. Protanopen (1914)¹). Nun liegt vor mir die neueste Arbeit von C. v. Heß (1916), die mit folgenden Sätzen schließt: „Damit ist auch die von zoologischer Seite noch vertretene, auf unzulängliche und leicht zu widerlegende „Dressurversuche“ sich stützende Annahme einer Rot-Grün-Blindheit der Bienen endgültig erledigt. Durch die in der vorliegenden Abhandlung mitgeteilten neuen Messungen ist auch der Nachweis erbracht, daß die Sehqualitäten bei den Bienen keine anderen sind als bei allen anderen bisher mit Hilfe der wissenschaftlichen Farbenlehre genauer untersuchten Wirbellosen. Sprengels Lehre von der Bedeutung der Blütenfarben für den Insektenbesuch kann danach nicht länger verteidigt werden.“

Das sind schwerwiegende Worte von einer Seite, die die größte Kompetenz, soweit das rein Physiologische in Betracht kommt, für sich in Anspruch nehmen kann. C. v. Heß ist gründlicher Kenner der wissenschaftlichen Farbenlehre und ein ausgezeichneter Experimentator; man wird daher *sehr aufmerksam* zu beachten haben, was von dieser Seite geäußert wird, wie ich das schon an anderer Stelle betone (1916). Wenn ich dennoch vom Standpunkte des Biologen aus mit aller Zurückhaltung noch immer an der totalen Farbenblindheit der Bienen zweifle, so liegen hierfür verschiedene Gründe vor. Daß die Bienen möglicherweise die Farben nicht so sähen wie der normal farhentüchtige Mensch, habe ich früher (1915 a) betont (S. 169), daß sie aber eine besondere Farbenempfindung und nicht nur „Helligkeitswert“empfindung haben, scheint mir, von dem betonten Standpunkt aus, immerhin noch möglich zu sein. Innerhalb seiner Methoden wird man v. Heß schwer widerlegen können, aber es dürfte dennoch eine gewisse Berechtigung vorliegen, diese Methoden trotz ihrer ausgezeichneten Durcharbeitung *nicht* für *ausreichend* zu halten, um die Frage restlos zu entscheiden. Physiologie ohne

Biologie hat schon mehrfach auf Irrwege geführt (Buttel-Reepen 1903).

Wie ich schon früher ausführte (1915 a), besitzen die Bienen in ihrem Lichtstrebungsdrang (Heliotropismus)¹) eine ganz besondere, dem Menschen, mit dem die Biene hinsichtlich des Farbensinnes immer verglichen wird, gar nicht zukommende Eigenschaft. Diese Grundverschiedenheit wird anscheinend gar nicht *als solche* aufgefaßt resp. betont. Die Biene läuft der ihr am hellsten erscheinenden Stelle zu, einerlei, welche Farbe diese Helligkeit aufweist, und v. Heß konnte sogar durch genial ersonnene Experimente nachweisen (1916), daß dieser auf ganz geringfügige Unterschiede reagierende Helligkeitsdrang sich deckt mit dem Helligkeitsempfinden eines total farbenblinden Menschen; aber der Schluß, den v. Heß hieraus zieht, daß nun auch die Biene die Farben *nur* als Helligkeitswerte *empfindet*, scheint mir, aus der eben berührten verschiedenen Organisation heraus wie auch aus anderen gleich zu erwähnenden Gründen, noch nicht bewiesen zu sein.

Man könnte mir einwenden, es sei doch sehr selbstsam, daß die Biene (vorausgesetzt, die bezüglichen Experimente seien einwandfrei) anscheinend auf Helligkeitswerte genau so reagiert wie ein Totalfarbenblinder; hieraus müsse doch mit einer großen Berechtigung der Schluß gezogen werden, daß hier keine Farbenempfindungen im Spiele seien, sondern eben nur die farblosen Helligkeitswerte. Dieser Schluß trifft auf die erwähnte heliotropische Eigenschaft der Biene zu, die, wie ich das früher (1915 a) schon auseinandersetzte, meines Erachtens eine *ganz gesonderte*, auf Reflexbahnen verlaufende, durch biologische Verhältnisse begründete Beanlagung darstellt, neben der sehr wohl ein Instinkt bestehen könnte, auf Farben zu reagieren²). Es muß aber, um dem C. v. Heßschen Schlusse ganz zustimmen zu können, zuvor noch einiges sehr Gewichtige beiseite geräumt werden.

Da sind vorerst die schon (1915) von mir herangezogenen Experimente von *Friedr. W. Fröhlich* mit Augen von Cephalopoden, die eine *vollkommene Widerlegung* der C. v. Heßschen Schlüsse bedeuten, da, wie nochmals erwähnt sein möge, *Fröhlich* feststellte, daß zwei verschiedene Farben bei *gleicher* Lichtintensität ganz verschiedenartige Erregungen (Aktionsströme) im Auge verursachen, die völlig differente Kurven bewirkten¹). Hier-

¹) Ich verstehe hier unter Heliotropismus lediglich den positiven Phototropismus. Vgl. S. O. Mast, What are Tropisms? Arch. f. Entwicklungsmechanik *XXI*.

²) Wie ich im „Leben und Wesen der Biene“ ausführlich auseinandersetze (S. 169—171), scheint mir

¹) Die bezügliche Literatur findet sich bei Buttel-Reepen, 1915.

aus kann nur der Schluß gezogen werden, daß eine wirkliche Farbenempfindung und nicht nur eine Helligkeitsempfindung vorhanden sein muß. Es scheint mir eine berechtigte Forderung zu sein, zuerst diese bedeutsamen Experimente zu widerlegen; solange das nicht geschehen ist, wird man den v. Heßschen Experimenten keine durchschlagende Beweiskraft zuerkennen können, zumal auch andere Forscher mit anderen Methoden bezüglich des Farbensinnes der Fische (z. B. v. Frisch 1912—13; Bauer 1910, 1911; Sumner 1911; Mast 1913 usw.) abweichende Resultate erzielten, und auch die Organisation der meisten Fische (Zapfen) auf die Möglichkeit hinweist, daß farbige Empfindungen vorhanden sein können (A. Pütter 1912). C. v. Heß sieht aber in diesen Argumenten keine Beweiskraft (1914, 1914 a); unter anderen geht auch A. v. Tschermak (1915) hier mit Heß zusammen.

Doch ich will mich auf die Bienen beschränken, und für diese ist doch noch ein weiterer Einwand zu machen.

Es hat sich herausgestellt, daß nur die Bienen sich gut — für die hier in Frage kommenden Experimente — eignen, die soeben im Begriff waren, das dunkle Stockinnere zu verlassen. Diese aber sind *dunkeladaptiert*! Nun reagiert jedoch — nach E. Hering — auch das normale menschliche Auge, wenn es dunkeladaptiert ist, wie das Auge eines total farbenblind Geborenen, und auch der Helligkeitswert verschiebt sich wie bei einem Totalfarbenblinden (Purkinjesches Phänomen).

Auch dieser Einwand müßte daher zuvor in wirklich überzeugender Weise beseitigt werden, bevor man sich der Ansicht von Heß anzuschließen vermöchte. Der generelle Einspruch A. v. Tschermaks (1914) gegen einen derartigen Einwand erscheint nicht „stichhaltig“ für den vorliegenden Fall. Wenn auch helladaptierte Fische sich — nach C. v. Heß — als totalfarbenblind erwiesen, so fehlt für die Bienen, die doch wesentlich mehr auf Farben angewiesen erscheinen, noch der überzeugende Nachweis.

Manche sehen aber die Darlegungen von C. v. Heß bereits als durchaus bewiesen an, und

folgendes die Beziehung der Bienen zur Farbe als „Merkzeichen“ darzulegen. Die junge, erstmalig auf Tracht ausfliegende Biene, der jegliche Erfahrung mangelt, dürfte im wesentlichen durch ihr Geruchsvermögen zuerst zu einer Blüte hingelockt werden, deren „Farbenschauapparat“ aber wohl instinktmäßig, auch seiner Form nach, eine Anlockung darstellt. Eine Notwendigkeit ist die Blütenfarbe in diesem Stadium aber nicht, denn wir sehen z. B. das Befliegen ganz indifferent gefärbter Blüten (z. B. Wilder Wein, Esche). Hier dürfte nur der Geruchssinn Führer sein. Wenn aber die junge Biene auf ihrem ersten Sammelausfluge z. B. in irgendeiner leuchtend gelben Blütenart Nektar findet, so wird sie mit dieser besonderen Farbe das Erlangen von Nektar verbinden und beim zweiten und allen folgenden Ausflügen schon von weitem derartigen Farbenflecken zusteuern. Es scheint somit, als ob die Farben der Blüten erst durch die Erfahrung ihre Wirkung entfalten bzw. nur „Merkzeichen“ sind.

schon tauchen Hypothesen auf, die die Frage zu beantworten suchen: „Welchen Zweck haben die Blütenfarben, wenn die Bienen sie nicht als solche zu erkennen vermögen?“ Fritz Schanz (Dresden) hat sich in verschiedenen Artikeln auch mit dieser Frage beschäftigt (1915, 1915 a, 1915 b, 1915 c, 1916). Schanz kommt zu folgender Überzeugung: „Das Licht verändert die Eiweißkörper auch in der Pflanze. Aus leichtlöslichen Eiweißkörpern werden unter Lichteinwirkung schwerer lösliche. Der verbreitetste Photokatalysator ist das Blattgrün. Die Farben der Blüten wirken im gleichen Sinne als Photokatalysatoren. Aus dem Lichte, das uns die Sonne zustrahlt, werden die Strahlen, die zur Farbe der Blüte die Komplementärfarbe darstellen, absorbiert. Das muß bei der Lichtwirkung auf die Eiweißstoffe der Blüte zur Bildung ganz spezifischer Eiweißkörper führen. Diese werden in der Fruchtanlage aufgespeichert; sie werden mit dem Samen in den neuen Organismus übergehen und dessen Art bestimmen. Die Frage v. Büttel-Reepens, welchen Zweck denn die leuchtenden Farben unserer Blumen haben, hätte damit eine neue Beantwortung erfahren.“

Diese Hypothese widerspricht aber allen heutigen Vorstellungen von der Ernährung, dem Stoffwechsel und den Stoffwanderungen in den Pflanzen; sie schwebt daher zu sehr in der Luft, als daß man sie ohne die Grundlage eingehender Versuche ernstlich berücksichtigen könnte; überdies setzt sie die Farben bereits als gegeben voraus. Auch Stellwaag (1915) lehnt diese Idee ab. Vgl. a. Büttel-Reepen 1916 a.

Wenn man nun aber mit v. Frisch annimmt, daß die Bienen nicht alle, aber doch einige Farben als solche unterscheiden, so braucht man zurzeit noch nicht notwendig mit Fritz Schanz (1916) den Schluß zu ziehen, daß hieraus allein sich schon die Tatsache ergäbe, „daß das weite, schimmernde, farbenprächtige Blütenmeer und die auf seinen Besuch angewiesene Insektenwelt sich nicht in gegenseitiger Anpassung im Laufe großer Zeiträume entwickelt haben“, denn einmal besteht ja eine sehr weitgehende gegenseitige Anpassung (Bestäubungseinrichtung — Sammelapparat, Nektarien — Rüssellänge und -form, Saisonanpassungen usw.), ganz abgesehen von den Farben und dem Farbenempfindungsvermögen, und zweitens wissen wir über die negativen Ergebnisse so wenig, daß es verfrüht erscheint, so weitgehende Schlüsse zu ziehen. Hier liegen noch so viele Möglichkeiten, daß man nur sagen kann, ein ruhiges Abwarten der weiteren Forschungsergebnisse erscheint vorerst notwendig.

Die Angaben v. Frischs erscheinen trotz der eingangs angeführten Äußerungen von C. v. Heß noch nicht überzeugend widerlegt. Die Biologie kann ihre seit Sprengel durch so viele Beobachtungen (z. B. Windblütler = unscheinbare Farben usw.) gestützte Ansicht vom Farbensehen der Bienen durchaus noch nicht beiseite legen, da, wie vorstehend ausgeführt, noch so mancherlei zu be-

weisen wäre, bevor ein Aufgeben gerechtfertigt erschiene.

Literatur.

- Bauer, V., 1910. Über das Farbenunterscheidungsvermögen der Fische. Pflügers Arch. 133.
- Bauer, V., 1910. Üb. d. tonische Innervation d. Pigmentzellen b. d. Fischen. Zentralbl. f. Physiol. 24.
- Bauer, V., 1911. Zu meinen Versuchen ü. d. Farbenunterscheidungsverm. d. Fische. Pflügers Arch. 137.
- Buttel-Reepen, H. v., 1903. Die stammesgeschichtl. Entstehung d. Bienenstaates. Leipzig.
- Buttel-Reepen, H. v., 1915. Haben die Bienen einen Farben- und Formensinn? in „Die Naturwissenschaften“, Heft 7, S. 80—82.
- Buttel-Reepen, H. v., 1915 a. Leben und Wesen der Bienen. Braunschweig, 300 S.
- Buttel-Reepen, H. v., 1916. Sind die Bienen farbenblind? Bienenw. Centralbl. Nr. 9, S. 116—121.
- Buttel-Reepen, H. v., 1916 a. Die Farbenblindheit der Bienen. Münch. med. Wochenschr.
- Frisch, K. v., 1912—1913. Div. Arbeiten in d. Zool. Jahrb. usw.
- Frisch, K. v., 1914. Demonstration von Versuchen zum Nachweis des Farbensinnes bei angeblich total farbenblinden Tieren. Vhdl. Deutsch. Zool. Ges. S. 50—58.
- Heß, C. v., 1914. Neue Versuche über Lichtreaktionen bei Tieren und Pflanzen. Münch. med. Wochenschrift Nr. 27.
- Heß, C. v., 1914a. Unters. ü. d. Lichtsinn b. Echinodermen. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 160.
- Heß, C. v., 1916. Messende Untersuchung des Lichtsinnes der Biene. Arch. ges. Phys. Bd. 163, S. 289—320.
- Mast, S. O., 1913. Changes in pattern and colour in fishes w. spec. ref. t. flounders (Ref.). Science 38.
- Pütter, A., 1912. Organologie des Auges. Handb. d. ges. Augenheilkunde v. Graefe-Saemisch. 2. Bd.
- Schanz, Fritz, 1915. Die Wirkung des Lichtes auf d. lebende Substanz. Pflügers Arch. Bd. 161.
- Schanz, Fritz, 1915 a. Die Wirk. d. Lichtes a. d. leb. Zelle. Münch. med. Woch. Nr. 19, S. 643—645.
- Schanz, Fritz, 1915 b. D. Wirk. d. Lichtes a. d. leb. Organismen. Biochem. Z. S. 406—414.
- Schanz, Fritz, 1915 c. Üb. d. Bez. d. Lebens zum Licht. Münch. med. W. Nr. 39, S. 1315—16.
- Schanz, Fritz, 1916. Zum Farbensinn d. Bienen. Münch. med. W. Nr. 1, S. 11.
- Stellwaag, F., 1915. Üb. d. Bez. d. Lebens zum Licht. Münch. med. W. Nr. 48, S. 1642—43.
- Sumner, Fr., 1911. The adjustment of flatfishes to various backgrounds. Journal exp. zool. 10.
- Tschermak, A. v., 1914. Wie die Tiere sehen, vergl. mit d. Menschen. Wien, Braumüller.
- Tschermak, A. v., 1915. Das Sehen d. Fische. „Die Naturwissenschaften“, Heft 14.

Fetthärtung.

Von Dr. W. Fahrion, Feuerbach-Stuttgart.

(Schluß.)

Verschiedene patentierte Verfahren verwenden fein verteiltes *Palladium* und *Platin* als Katalysatoren (z. B. D. R. P. 230 724, 236 488, 256 500, 260 855). Diese Verfahren werden aber nicht ausgeübt; als Gründe werden angegeben, einerseits, daß die Kosten zu hoch seien, andererseits, daß die heutigen Patentinhaber der Naamlooze Venootschap nahestehen.

Von besonderem Interesse ist das Verfahren von Prof. *Erdmann* (Halle a. S.). An Stelle der Metalle werden die fein verteilten *Oxyde* des Nickels, Kobalts, Kupfers, Eisens usw. als Kata-

lysatoren verwendet. Auch gegen die Patentierung dieses Verfahrens erhob die Naamlooze Venootschap Einspruch mit der Begründung, daß es in letzter Linie auf das Normannverfahren hinauslaufe, weil unter dem Einfluß des Wasserstoffs die Oxyde, speziell das Nickeloxyd, zu Metall reduziert werden und erst dieses die katalytische Wirkung ausübe.

Letzteres wird von *Erdmann* durchaus bestritten. Er gibt zwar zu, daß unter Umständen Nickeloxyd durch Wasserstoff zu Nickelmetall reduziert werden kann, bei seinem Verfahren verhindere aber das Öl die völlige Reduktion, so daß als Endprodukt ein *Nickelsuboxyd*, dessen Formel noch nicht feststeht, oder auch *Hydrüre* dieses Suboxyds entstehen.

Der wissenschaftliche Streit über die Frage Normann-Erdmann ist noch heute im Gange. *Sabatier* hält ein unbeständiges Nickelsuboxyd für wahrscheinlich. Der russische Forscher *Ipatiew*, welcher jahrelang Nickeloxyd zu katalytischen Hydrierungen benutzte, ließ die Frage, ob es dabei regelmäßig zu Nickelmetall reduziert werde, unentschieden, sprach sich aber vor einigen Jahren dahin aus, daß bei der katalytischen Fetthärtung das metallische Nickel der bessere Katalysator sei. Auf seiten *Erdmanns* stellte sich Prof. *Suida* (Wien), auf seiten *Normanns* Prof. *Meigen* (Freiburg), Prof. *Boßhard* (Zürich), und ganz neuerdings vertritt Prof. *Frerichs* (Bonn) mit aller Entschiedenheit den Standpunkt: *Keine Fetthärtung ohne freies Metall!* Dabei wird die Patentfähigkeit des Erdmannschen Verfahrens an sich zugegeben, aber nur in dem Sinne, daß dabei der Nickelkatalysator in besonders feiner Verteilung entsteht. Endgültig entschieden hat das Patentamt noch nicht.

An Stelle von Nickelmetall und Nickeloxyd wurden auch *Salze des Nickels* und der ihm verwandten Schwermetalle als Katalysatoren vorgeschlagen. *Wimmer und Higgins* verwenden die ameisens-, essig- oder milchsäuren Salze des Kupfers, Eisens, Nickels oder Kobalts, ihre Methode ist in Frankreich, England und Amerika patentiert, der deutschen Patentanmeldung wurde bis jetzt nicht stattgegeben. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei einem Verfahren von *C. und G. Müller A.-G.*, *Neukölln*, mit *Nickelborat* als Katalysator, und schließlich bei dem Verfahren von *H. und O. Hausmann*, welche die Katalysatormetalle an hochmolekulare Fettsäuren binden. Wie leicht einzusehen, behauptet *Erdmann*, daß in allen diesen Fällen lediglich das Oxyd der wirksame Bestandteil des Katalysators ist, während die *Naamlooze Venootschap* die katalytische Wirkung auf metallisches Nickel zurückführt, welches unter dem reduzierenden Einfluß des Wasserstoffs entstehe. Daß die Patentsucher beide Einwände als nicht stichhaltig zurückweisen, ist ebenfalls begreiflich.

Jedenfalls erinnern die zuletzt genannten

Härtungsmethoden an eine andere Art der Fetthärtung, nämlich an das *Trocknen der Öle*. Bekanntlich haben die trocknenden Öle, deren Hauptvertreter das Leinöl ist, die Eigenschaft, in dünner Schicht der Luft ausgesetzt, unter Sauerstoffaufnahme zu erhärten, und das Produkt dieser Erhärtung, der sog. *Film*, bildet seit Jahrhunderten die Grundlage unserer *Ölfarbanstriche*. Es handelt sich also in diesem Falle nicht um eine Fetthärtung durch Hydrierung bzw. Reduktion, sondern um eine solche durch *Oxydation*. Auch dieser letztere Härtungsprozeß läßt sich durch Oxyde *katalytisch beschleunigen*, und *Bleioxyd* wurde zu diesem Zweck schon seit dem frühen Mittelalter benutzt, natürlich unbewußt, denn erst vor einigen 50 Jahren sprach *Mulder* als erster die Ansicht aus, daß dieses Bleioxyd beim Trockenprozeß nicht verändert werde, sondern ihn nur dadurch beschleunige, daß es den Luftsauerstoff übertrage. Nächste dem Bleioxyd ist *Manganoxydul* und *-oxyd* ein sehr wirksamer Katalysator für den Trockenprozeß, und neuerdings wird für diesen Zweck auch noch *Kobaltoxyd* verwendet. Die Katalysatoren heißen beim Trockenprozeß *Sikkative* oder *Trockenstoffe*, und die sikkativhaltigen Öle heißen *Firnisse*.

Bekanntlich ist auch die spaltende Wirkung der *Fermente* auf Zucker und andere Körper eine katalytische, und *Emil Fischer* hat hier das treffende Bild gebraucht, daß das Ferment zum Spaltobjekt passen muß wie der Schlüssel zum Schloß. Ähnliches scheint auch für die Oxyde und Metalle zu gelten, denn während metallisches Nickel (bzw. nach *Erdmann* *Nickelsuboxyd*) ein vortrefflicher Reduktionskatalysator ist, ist das Nickeloxyd als Oxydationskatalysator bzw. als Sikkativ kaum wirksam. Daß Blei- und Manganoxyd die beste Sikkativwirkung ausüben, hat Verfasser (1904) dadurch zu erklären gesucht, daß sie von allen Metallen die größte Neigung zur Bildung von *Superoxyden* zeigen, welche Bildung ja eine fortwährende Aufnahme und Wiederabgabe von Sauerstoff am besten zu erklären vermag. Umgekehrt müßte man alsdann annehmen, daß die besten Reduktionskatalysatoren diejenigen Metalle sind, welche die größte Neigung zur Bildung von *Hydrüren* zeigen. Dies trifft ja im Falle des *Palladiums* zu, es bildet ein Hydrür Pd_2H , das sich noch mit weiterem Wasserstoff zu „legieren“ vermag. Die Annahme einer „wasserstoffübertragenden“ Wirkung liegt also beim Palladium sehr nahe, wogegen Hydrüre des Nickels nicht bekannt sind. Aber *Fokin* (1906) konnte nachweisen, daß auch das Nickel begierig Wasserstoff aufnimmt und schreibt daher alle katalytischen Reduktionsprozesse einer besonderen Aktivität des „okkludierten“ Wasserstoffs zu. Eine Bestätigung dieser Ansicht sah er darin, daß ihm die elektrolytische Reduktion der Ölsäure nur unter Anwendung von Kathoden aus Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Ni, Co und Cu gelang, sowie daß komprimierter Wasserstoff die

Hydrierung ungesättigter Kohlenstoffverbindungen schneller, vollständiger und bei niedrigerer Temperatur bewirkte als Wasserstoff von Atmosphärendruck. Analog nimmt *Fokin* (1907) auch bei der Oxydationskatalyse die Bildung von Peroxyden an. Seine weitere Annahme, daß diese Peroxyde beim Trockenprozeß atomaren Sauerstoff an das Öl abgeben, trifft allerdings, wie Verfasser (1910) zeigen konnte, nicht zu, vielmehr addiert das Öl auch in Gegenwart von Sikkativ molekularen Sauerstoff. Von Interesse ist noch, daß *Fokin* bezüglich der Intensität der oxydationskatalytischen Wirkung folgende Reihenfolge fand: Co, Mn, Cr, Ni (Fe, Pt, Pd); Pb, Ca, Ba; Bi, Hg, V, Cu, Zn. Das Nickel würde also, ähnlich wie bei der katalytischen Hydrierung, mit dem Palladium auf derselben Stufe stehen. Dies steht im Widerspruch mit der früheren Angabe, daß dem Nickeloxyd nur eine sehr geringe Sikkativwirkung zukomme, aber es kann auch keinem Zweifel unterliegen, daß die obige Skala *Fokins*, in welcher das Blei nach dem Eisen kommt, mit den Erfahrungen der Praxis im Widerspruch steht.

Die katalytische Wirkung der Sikkative tritt im allgemeinen erst in die Erscheinung, wenn sie im Öl gelöst sind. Früher erhitzte man das Leinöl direkt mit den *Oxyden* so hoch und so lange, bis eine genügende Menge Oxyd dadurch in Lösung gegangen war, daß es zuerst die stets vorhandenen freien Fettsäuren neutralisierte und alsdann noch eine gewisse Menge Glycerin verdrängte. Der wirksame Katalysator war also in Form von leinölsaurem Salz vorhanden. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts kam das *Manganborat* auf, das sich im Leinöl wesentlich leichter löst als die Oxyde. Noch leichter lösen sich die *Blei- und Mangansalze der Leinölsäure und der Abietinsäure* (Kolophonium), die man in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts zu fabrizieren anfang und die man direkt als „lösliche Sikkative“ bezeichnet. Sowohl *C. und G. Müller* als auch *K. und O. Hausmann* (s. oben) hatten also bei ihren die katalytische Fettreduktion betreffenden Patentanmeldungen Vorgänger in der katalytischen Fettoxydation.

Im Unterschied zur letzteren braucht aber bei der Fetthydrierung der Katalysator nicht im Öl gelöst zu sein, es ist im Gegenteil erwünscht, daß sich möglichst wenig Seife bildet, denn sie muß aus den Härtungsprodukten, ob sie nun für Speise- oder für technische Zwecke bestimmt sind, wieder entfernt werden, während dem „Film“ ein gewisser Aschengehalt nicht schadet. In der Tat enthalten auch die im Handel vorkommenden gehärteten Fette nur Spuren von Nickel, manchmal ist es sogar gar nicht nachzuweisen. Andererseits können die Katalysatoren wiederholt benutzt werden.

Der obige Unterschied beweist aber nicht unbedingt eine verschiedene Wirkungsweise der Katalysatoren, denn bei der Fetthydrierung ist man mit allen Kräften bemüht, das Öl sowohl mit dem

Katalysator als auch mit dem Wasserstoff in möglichst innige Berührung zu bringen (vgl. z. B. oben das Verfahren von *Wilbuschewitsch*), und je mehr dies gelingt, desto rascher verläuft der Prozeß. Die Firnisse dagegen werden auf die zu bemalende Fläche aufgestrichen, und wenn auch die Schicht sehr dünn ist (etwa 1 mg pro Quadratzentimeter), so können doch nur die an der Oberfläche liegenden Moleküle, also ein ganz geringer Prozentsatz des Anstrichs, direkt mit dem Luftsauerstoff in Reaktion treten; zu den übrigen Molekülen kann er nur durch eine mit dem Fortschreiten des Prozesses immer schwieriger werdende Diffusion gelangen. Für diese Schwierigkeit bildet das Gelöstsein ein gewisses Gegengewicht, und man sollte von diesem Gesichtspunkt aus meinen, daß auch die Hydrierung der Fette mit einem gelösten Katalysator rascher vor sich ginge. Auf der anderen Seite ist bekannt, daß die Fettoxydation auch durch ungelöstes *Bleipulver* wesentlich beschleunigt wird; man braucht nur an die Analysenmethode von *Livache* zu erinnern. Es steht also kein Hindernis im Wege, mit *Fokin* anzunehmen, daß dasselbe Prinzip sowohl der katalytischen Oxydation als auch der katalytischen Reduktion zugrunde liegt.

Wir können nach diesen mehr theoretischen Betrachtungen die katalytische Fettoxydation verlassen, um uns wieder ausschließlich der *katalytischen Fettereduktion*, der *eigentlichen Fetthärtung*, zuzuwenden. Außer den Ölwerken Germania und den Bremen-Besigheimer Ölfabriken hatten bei Kriegsausbruch noch verschiedene andere deutsche Firmen Fetthärtungsanlagen teilweise schon im Betrieb, teilweise im Bau. In Österreich hat hauptsächlich die *Georg Schicht A.-G. in Aussig a. B.* die Fetthärtung in die Hand genommen, außerdem war eine Anzahl kleinerer Firmen im Begriff, eine gemeinsame Anlage zu errichten. In Frankreich und Italien scheinen größere Anlagen noch nicht zu bestehen, wohl aber in Holland, Norwegen und Rußland. In England hat außer der schon genannten Firma *Crosfield and sons in Warrington* besonders die große Firma *Lever Brothers in Port Sunlight* mit der Fetthärtung begonnen. Schließlich besteht eine ganze Anzahl von Anlagen in Nordamerika. In den kriegführenden Ländern wurde natürlich die rasche Entwicklung der neuen Industrie gehemmt, aber es ist nicht zu bezweifeln, daß sie nach dem Krieg erneut einsetzen wird.

Daß diese Entwicklung zuerst mit Schwierigkeiten verbunden war, geht schon daraus hervor, daß nach Erteilung des Normannpatentes nahezu 10 Jahre vergingen, bis die gehärteten Fette auf dem deutschen Markt erschienen. Daß diese Schwierigkeiten zum Teil fabrikatorischer Natur waren, ergab ein Prozeß, den die Firma *Crosfield* als Inhaberin des englischen Normannpatentes gegen eine andere Firma mit einem anderen Härungsverfahren (*Testrup*) führte. Der bekannte englische Fettchemiker *Lewkowitsch* gab als Sach-

verständiger an, daß nach der Normannschen Patentschrift eine Fetthärtung nicht zu erzielen sei. Auf welche Art diese Schwierigkeiten überwunden wurden, ist aus naheliegenden Gründen nicht öffentlich bekannt geworden. Eine weitere Schwierigkeit lag nach *Normanns* eigenen Angaben in den ersten Jahren in der Beschaffung *billigen Wasserstoffs*. In der Tat ist der große Aufschwung, welchen die technische Wasserstoffgewinnung seit Anfang dieses Jahrhunderts genommen hat, zu einem guten Teil der raschen Entwicklung der Luftschiffahrt zu verdanken. Es ist die deutsche Firma „*Bamag*“, d. h. Berlin-Anhaltische Maschinenbau - Aktien - Gesellschaft, welche bezüglich der Wasserstoffgewinnung heute an der Spitze marschiert. Sie stellt den Wasserstoff aus *Wassergas* her, aus welchem das Kohlenoxyd und der Stickstoff durch Verflüssigung mittels Lindescher Maschinen abgeschieden werden, und hat bereits eine große Zahl von Anlagen gebaut. Große Mengen Wasserstoff werden bekanntlich auch als Nebenprodukt bei der elektrolytischen Erzeugung von Ätznatron aus Kochsalz gewonnen, doch ist diese Gewinnung naturgemäß mehr von lokaler Bedeutung.

Von den verschiedenen *Verwendungsarten der gehärteten Fette* ist diejenige für die *menschliche Ernährung* wiederum die wichtigste. Es darf heute als durchaus sicher gelten, daß die minimalen Nickelmengen, welche die gehärteten Fette enthalten können, für den menschlichen Organismus durchaus unschädlich sind. Auch praktische Ernährungsversuche ergaben durchweg günstige Resultate; so kam z. B. Professor *Lehmann* (Würzburg) auf Grund eingehender Erprobung von *gehärtetem Baumwollsamens-, Sesam- und Erdnußöl*, hergestellt von den Bremen-Besigheimer Ölfabriken, zu folgenden Schlüssen: „Die theoretischen und praktischen Untersuchungen haben nichts ergeben, was irgendwelche Bedenken gegen die Verwendung der gehärteten Fette zur menschlichen Ernährung rechtfertigen würde. Bei dem zunehmenden Bedarf unserer Bevölkerung an Fetten in der in Europa üblichen festen Form erscheint es vom hygienischen Standpunkt aus durchaus rationell, den Überschuß an flüssigen Fetten, die bisher für die menschliche Ernährung schwer verwendbar waren, auf künstlichem Wege in ein Produkt zu verwandeln, das unseren üblichen tierischen und pflanzlichen Speisefetten offenbar vollständig gleichwertig ist und dabei die bequeme Verwendungs- und Verwendungsfähigkeit besitzt, wie sie festen, leicht teilbaren Substanzen eigen ist. Speziell für die Herstellung der Margarine stellen die neuen Fette ein sehr wertvolles Material dar.“

Den Satz, daß die drei oben erwähnten gehärteten Öle den üblichen Speisefetten *vollständig gleichwertig* seien, halte ich für nicht ganz richtig, und zwar aus folgenden Gründen:

Es ist festgestellt (*Munk, Müller*), daß *Hammeltalg* mit einem Schmelzpunkt von 49° zwar

von Hunden zu mindestens 90 % ausgenützt wird, aber wesentlich langsamer als unterhalb 37° schmelzende Fette. Die nicht resorbierten 10 % sind ohne Zweifel hochschmelzende, stearinhaltige Anteile, denn es ist weiter festgestellt (Müller und Arnschink, Munk und Rosenstein), daß aus einem Gemische von Fetten mit verschiedenen Schmelzpunkten die Fette mit niedrigeren Schmelzpunkten schneller und vollständiger zur Resorption gelangen als die Fette mit hohem Schmelzpunkte. Derartige Gemische von verschieden hoch schmelzenden Triglyzeriden stellen aber alle Fette vor. Es darf heute als sicher gelten, daß die natürlich vorkommenden Fette in der Hauptsache aus gemischten Glyzeriden bestehen, *Tristearin* z. B. fand Bömer im Rindertalg nur 2 %. Es kommen also für diesen hauptsächlich die folgenden gemischten Glyzeride in Betracht: *Distearopalmitin*, *Distearoolein*, *Dipalmitostearin*, *Dipalmitoolein*, *Dioleostearin*, *Dioleopalmitin*, *Stearopalmitoolein*. Alle diese Glyzeride sind in zwei stereoisomeren Modifikationen existenzfähig, und es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß der Darm eine *Fraktionierung des Rindertalgs* in der Weise vornimmt, daß er die am niedrigsten schmelzenden Glyzeride zuerst in Angriff nimmt. Schon hieraus folgt weiter, daß Baumwollsaamen-, Sesam- und Erdnußöl im ungehärteten Zustand leichter resorbiert werden als im gehärteten. Schließlich ist auch noch festgestellt (Siegfeld), daß das *Butterfett Stearinsäure* entweder gar nicht oder nur in sehr geringer Menge, und auch *Palmitinsäure* nur wenig enthält. Man darf aus allen diesen Feststellungen weiter schließen, daß sehr wahrscheinlich von zwei Fetten mit gleichem Schmelzpunkt, von denen das eine nur Palmitinsäure, das andere nur Stearinsäure enthält, das erstere rascher und vollständiger resorbiert wird.

Während also die von Mège-Mouriés beobachtete *Entstearinierung des Rinderfettes* bei seinem Übergang in *Milchfett* quantitativ oder nahezu quantitativ verläuft, wird sie bei seiner Umwandlung in *Oleomargarin* nicht so weit gehen, denn es ist zu berücksichtigen, daß das *Dioleostearin* niedriger schmilzt als das *Dipalmitoolein*. Auch wenn man von der feinen Verteilung des Butterfettes — die Emulsion ist sogar gegen Säure beständig — und von seinem Gehalt an flüssigen Fettsäuren absieht, so dürfte es immer noch rascher resorbiert werden als das *Oleomargarin*.

Dagegen werden dem *Oleomargarin* wiederum die gehärteten Speiseöle nachstehen, denn bei der Hydrierung findet das Gegenteil einer *Entstearinierung*, nämlich eine *Neubildung von Stearinsäure* statt. Sowohl das Baumwollsaamen- als auch das Sesam- und Erdnußöl enthalten von flüssigen Fettsäuren *Ölsäure*, $C_{18}H_{34}O_2$, und *Linolsäure*, $C_{18}H_{32}O_2$, und beide liefern bei der Wasserstoffanlagerung *Stearinsäure*. Eine ungesättigte Fettsäure $C_{16}H_{30}O_2$, welche bei der Hydrierung in *Palmitinsäure* übergehen würde,

enthalten die drei Öle nicht. Mit Recht betonen daher Klimont und Mayer (Z. f. angew. Chemie 1914, 27 [I], S. 245), daß das *Oleomargarin* immer noch ein Naturprodukt vorstelle, das nicht künstlich nachgeahmt werden könne, ohne daß seine wertvollste Eigenschaft, die leichte Schmelzbarkeit, ungünstig beeinflusst werde. Die *normale Margarinebutter* sei daher nicht nur ein Surrogat, sondern ein selbständiges Speisefett.

Noch ungünstiger als bei den Speiseölen liegt die Sache bei den *Tranen*. Sie enthalten als charakteristische flüssige Fettsäure die *Clupanodonsäure*, $C_{18}H_{28}O_2$, ferner eine der *Linolensäure* isomere *Säure* $C_{18}H_{30}O_2$, außerdem *Ölsäure*, $C_{18}H_{34}O_2$, und wahrscheinlich auch eine der *Linolsäure* isomere *Säure* $C_{18}H_{32}O_2$. Alle diese ungesättigten Fettsäuren geben bei der Hydrierung *Stearinsäure*, $C_{18}H_{36}O_2$. Andererseits enthalten sie allerdings auch eine flüssige Fettsäure $C_{16}H_{30}O_2$, bzw. $C_{17}H_{32}O_2$, welche bei der Hydrierung in *Palmitinsäure*, $C_{16}H_{32}O_2$, Schmelzpunkt 62°, bzw. *Margarinsäure*, $C_{17}H_{34}O_2$, Schmelzpunkt 57—58°, übergehen. Dieser Vorteil wird aber dadurch aufgewogen, daß in den *Tranen* auch *Gadoleinsäure*, $C_{20}H_{38}O_2$, und *Erucasäure*, $C_{22}H_{42}O_2$, enthalten ist, welche bei der Hydrierung *Arachinsäure*, $C_{20}H_{40}O_2$, vom Schmelzpunkt 77°, bzw. *Behensäure*, $C_{22}H_{44}O_2$, vom Schmelzpunkt 83—84°, liefern. In der Tat konnten Normann und Hugel (Chem. Ztg. 1913, 37, S. 815) aus gehärteten Waltranen regelmäßig über 70° schmelzende Fettsäuren herausfraktionieren, in einem Falle stieg der Schmelzpunkt sogar auf 76°.

Die *gehärteten Trane* werden also bezüglich der Verdaulichkeit noch hinter den gehärteten Speiseölen stehen, ein Moment, auf welches bis jetzt nicht hingewiesen wurde, trotzdem vor einigen Jahren über die *Walfischmargarine*, d. h. über die Verwendung gehärteter Waltrane zu Speisezwecken, viel gestritten wurde. Einerseits wurde diese Verwendung befürwortet, weil die gehärteten Trane verhältnismäßig billig sind und andere Fette für die Seifenindustrie freimachen würden, andererseits wurde von „halbverwesten Walfischleichen“ gesprochen und die betreffende Margarine als unappetitlich abgelehnt. Prof. Bömer (Münster) sprach sich vom Standpunkt des Nahrungsmittelchemikers dahin aus, daß nur solche gehärteten Fette für Speisezwecke zulässig sein sollen, deren Ausgangsmaterialien an sich schon zur menschlichen Ernährung geeignet seien, und sogar eine Gruppe von Margarinefabrikanten regte ein gesetzliches Verbot von *Walfischtran* für Speisezwecke an, wogegen eine andere Gruppe ein derartiges Verbot als überflüssig erklärte, weil es im Nahrungsmittelgesetz schon vorliege. Bei Kriegsausbruch war die Debatte schon abgeebbt.

In Amerika werden schon seit langer Zeit große Mengen eines Kunstschmalzes, des sog. *lard compound* verzehrt, das früher aus 85—90 % raffiniertem Baumwollsaamenöl und aus

10—15 % Oleomargarin zusammengemischt wurde. Es ist begreiflich, daß die Hersteller dieser Ware sofort ihr Augenmerk auf die Fetthärtung richteten und versuchten, Baumwollsamöl oder andere Öle durch Hydrierung bis zur Schmalzkonsistenz zu verdicken. Nach *Ellis* kann man dieses Ziel auf zwei verschiedenen Wegen erreichen. Entweder man härtet das Öl bis zum Titer (d. h. Erstarrungspunkt der Fettsäuren) 36—38° und verwendet das Produkt direkt, oder man härtet ein Öl bis zum Titer 58—60° und mischt unverändertem Öl 7 % dieses Hartfettes bei. *Ellis* gibt weiter an, daß die erstere Methode die besseren Produkte liefert und daß noch heute manche das frühere lard compound dem neuen vorziehen. Beide Angaben stehen im Einklang mit den obigen Ausführungen über die verschiedene Resorbierbarkeit verschiedener Fette.

Durch diese Ausführungen soll keineswegs bestritten werden, was *Lehmann* einwandfrei bewiesen hat, daß nämlich die gehärteten Speiseöle als Nahrungsmittel keinerlei Nachteile für den menschlichen Organismus mit sich bringen, andererseits dürfte aber auch kaum zu bestreiten sein, daß ein Nahrungsfett um so wertvoller wird, je ähnlicher es dem Butterfett ist.

In der *Seifenindustrie* hatten die gehärteten Fette in erster Linie den *Talg* zu ersetzen, denn Kokos- und Palmkernfett, welche ebenfalls als Seifenrohmaterialien eine große Rolle spielen, konnten sie nicht ersetzen, weil sie keine flüchtigen Fettsäuren enthalten. In Deutschland wurde fast ausschließlich das *Talgol* der Ölwerke Germania (siehe früher) verwendet, und es ergab sich auch hier, daß es einen vollwertigen Ersatz des Talges nicht bieten konnte. Die Gründe liegen hier allerdings auf einem anderen Gebiete. Während die Industrie der Nahrungsfette das Glycerin in denselben belassen muß, spaltet es die Seifenindustrie wie die Stearinindustrie (siehe früher) ab. Sie trennt aber die Fettsäuren nicht in einen festen und einen flüssigen Anteil, sondern sie führt sie in ihrer Gesamtheit in Alkalisalze über, in die *Natronsalze* bei der *Kernseifen-*, in die *Kalialsalze* bei der *Schmierseifenfabrikation*. Es zeigte sich nun vor allen Dingen, daß eine *Talgolkernseife* einer Talgkernseife bezüglich der *Schaumkraft* und damit der *Waschwirkung* wesentlich nachsteht. Die Ursache liegt naturgemäß in der verschiedenen chemischen Zusammensetzung. Die Waschwirkung des stearinsäuren und palmitinsäuren Natrons kommt erst bei höherer Temperatur zur Geltung, weil nach einem von *Krafft* gefundenen Gesetze die Seifen wenig unterhalb des Schmelzpunktes ihrer Fettsäuren in Wasser unlöslich werden. Das ölsäure Natron dagegen wirkt schon bei gewöhnlicher Temperatur, und die gute Schaumkraft der Talgseife hängt daher in erster Linie von dem *Ölsäuregehalt* des *Talges* ab. Die Frage ist somit, ob das *Talgol* ebensoviel Ölsäure enthält als der *Talg*, und diese Frage ist nach dem, was früher über die im Wal-

tran enthaltenen Fettsäuren angeführt wurde, zu verneinen. Auch wenn das *Talgol* im Schmelzpunkt und in der Jodzahl mit dem *Talg* annähernd übereinstimmt, so wird es doch wesentlich weniger Ölsäure enthalten. Allerdings enthält es außer Ölsäure noch andere flüssige Fettsäuren, daß aber deren Natronsalze als Seifen genau dasselbe Verhalten zeigen wie das ölsäure Natron, ist schon im voraus wenig wahrscheinlich.

Trotzdem hat das *Talgol* der Seifenindustrie in den Jahren vor dem Kriege hervorragende Dienste geleistet. Man half sich dadurch, daß man es in Mischung mit anderen Fetten und Ölen, in einer Menge von höchstens 40 % des Fettansatzes verwendete, und im Kolophonium, Rizinusöl usw. hat der Seifensieder noch besondere Mittel zur Erhöhung der Schaumkraft an der Hand. So stieg der Talgolverbrauch ständig, und es war, als der Krieg die große Unterbrechung brachte, schon so weit, daß $\frac{1}{10}$ des gesamten Fettbedarfs der deutschen Seifenindustrie durch gehärtete Fette gedeckt wurde.

Auf den ersten Blick sollte man glauben, daß die Fetthärtung für die *Stearinindustrie* noch von ungleich größerer Bedeutung sein müßte als für die Speisefett- und Seifenindustrie. Man sollte meinen, daß die mühselige *Destillationsarbeit*, durch welche die Stearinindustrie die Fettsäuren reinigt, und die noch mühseligere *Preßarbeit*, durch welche sie dieselben in Stearin und Olein trennt, vollständig überflüssig werden müssen, wenn man beliebige Öle oder Fette bis zur Jodzahl 0 hydriert und dann spaltet, oder wenn man sie zuerst spaltet und dann die Fettsäuren bis zur Jodzahl 0 hydriert. Aber so einfach liegen die Dinge nicht. Zunächst spielt die Preisfrage eine große Rolle. Das Stearin hat als Kerzenmaterial eine starke Konkurrenz im *Paraffin*, daher sind die Verkaufspreise gedrückt, und die Rohmaterialien sollen vor allen Dingen billig sein. Gerade in dieser Hinsicht gestattet die Destillation dem Stearinfabrikanten, auch dunkle und übelriechende Abfallfette zu verarbeiten. Andererseits wird natürlich die Hydrierung immer schwieriger, je mehr sie sich ihrem Ende nähert, und es kann daher die Hydrierung bis zur Jodzahl 0 nicht billig sein. Ferner besteht das heutige Stearin, dessen Fabrikation vom Rindertalg ihren Ausgang nahm, ausschließlich aus *Stearinsäure* und *Palmitinsäure*, und zwar müssen beide in einem bestimmten Verhältnis vorhanden sein, wenn das Stearin allen Anforderungen bezüglich Kristallstruktur, Griff, Klang, Transparenz usw. gerecht werden soll. Aus gehärteten Tranen, die als Rohmaterial für eine moderne Stearinindustrie in erster Linie in Betracht kommen würden, läßt sich aber auch bei quantitativer Hydrierung ein derartiges Stearin nicht erzielen, vielmehr enthält es außer Palmitinsäure und Stearinsäure, wie wir schon früher gesehen haben, höher schmelzende Fettsäuren wie *Arachin-* und *Behensäure* und daneben

auch noch, wie *Dubovitz* gezeigt hat, Fettsäuren mit verhältnismäßig niedrigem Molekulargewicht, vielleicht Spaltprodukte. Aber es ist anzunehmen, daß sich auch hier die Schwierigkeiten beseitigen ließen, wenn nicht noch ein weiteres Hindernis im Wege stünde. In den maschinellen Einrichtungen der Stearinfabriken sind große Kapitalien angelegt, und bei einer so radikalen Umwälzung, wie sie die Fetthärtung vielleicht einmal für die Stearinindustrie bringen wird, würden nicht nur die obigen Einrichtungen sehr an Wert verlieren, sondern es wären auch für die Einrichtung der Fetthärtung erneut große Kapitalien notwendig. Es ist daher vollkommen begreiflich, daß bis Kriegsausbruch die Stearinfabrikanten sich gegen die Neuerung ziemlich ablehnend verhielten.

Wir haben gesehen, daß die gehärteten Fette berufen sind, eine vorhandene Lücke auszufüllen, daß sie zwar diese Lücke bis jetzt nicht vollständig ausfüllen, aber doch in verschiedener Hinsicht sehr brauchbare Surrogate sind. Jedenfalls ist für die Fettindustrie die *katalytische Fethydrierung* eine der wichtigsten Erfindungen, die bis jetzt gemacht wurden.

Besprechungen.

Máday, Stefan von, Gibt es denkende Tiere? Eine Entgegnung auf *Kralls* „Denkende Tiere“. Leipzig und Berlin, W. Engelmann, 1914. XIV, 461 S. Preis geh. M. 9,60, geb. M. 10,40.

Im Jahre 1912 erschien ein Buch „Denkende Tiere“, dessen Verfasser (*Krall* in Elberfeld) zu beweisen suchte, daß Pferde „denken“ können, daß sie die menschliche Sprache sinnvoll auffassen, sich ein entwickeltes Zeichensystem anzueignen vermögen, durch das sie dem fragenden Menschen Antworten erteilen, auch selbständige Mitteilungen machen können, daß sie zählen und rechnen lernen, ja das Zahlenrechnen in einer Weise beherrschen lernen, die einem Menschen den Ruf eines Rechenkünstlers eintragen würde.

Ähnliche, wenn auch nicht ganz so weit gehende Behauptungen waren 1904 von *W. v. Osten* aufgestellt worden, hatten zunächst einigen Glauben gefunden, konnten aber bald widerlegt werden. Die ganzen Erscheinungen, um die es sich damals bei dem sog. „klugen Hans“ handelte, ließen sich auf unbewußte Dressur durch geringe (optische) Hilfen zurückführen (*Pfungst*). Trotz dieses warnenden Vorfalles fanden auch diesmal die erstaunlichen Behauptungen nicht nur in Laien- und Journalistenkreisen Glauben, vielmehr setzten sich auch einige Naturforscher, die einen wissenschaftlichen Namen hatten, für ihre Richtigkeit ein (*Ziegler, Sarasin*).

Unter diesen Umständen ließ sich die unfruchtbare Arbeit einer eingehenden Kritik der Hypothese vom Denken der Pferde nicht umgehen, und wir müssen es dankbar begrüßen, daß ein so vorzüglicher Kenner des Pferdes wie *Máday* sich dieser Mühe in gründlichster Weise unterzogen hat.

Das Resultat seiner Untersuchungen ist völlig verneinend: wir haben durch *Kralls* Versuche nichts Neues zur Psychologie des Pferdes gelernt.

Die methodische Grundfrage ist ja die: Wenn wirklich das Pferd ein geistiges Leben von einer Höhe hat,

wie wir sie uns bisher nicht haben träumen lassen, bzw. geistige Anlagen, die es zu sehr hohen Denkleistungen befähigen, die aber in den äußeren Betätigungen des Tieres nicht zum unmittelbar erkennbaren Ausdruck kommen, wie können wir uns mit ihm in Nachrichtenvermittlung setzen? Wie können wir Einblick in dieses geistige Leben bekommen, das sich nicht in einer Sprache äußert und auch nicht in durchdachten Handlungen sichtbar wird? Die außerordentliche methodische Schwierigkeit, die der Lösung dieser Frage entgegensteht, hat sich *Krall* anscheinend gar nicht klar gemacht. Er spricht von Anfang an mit seinen Pferden so, als ob sie die menschliche Sprache verstünden. Das haben seit Jahrtausenden Reiter, Fahrer und Dresseure getan, aber noch keiner hat bemerkt, daß die Tiere die Worte sinnvoll erfaßt hätten. Nur dressurmäßige Bewegungen auf bestimmte Hilfen, die z. B. durch Auge, Ohr oder Getast dem Pferd übermittelt werden, sind zu erzielen. Diese Bewegungen sind auch durch sehr feine, dem guten Reiter kaum oder gar nicht mehr bewußte, beim guten Dresseur kaum wahrnehmbare Hilfen zu erhalten; das ist allgemein bekannt.

Die Bewegungen, durch die die Pferde *Kralls* ihre angeblichen geistigen Fähigkeiten zeigen, sind, äußerlich betrachtet, genau dieselben, wie man sie leicht von jedem Pferd als adressierte Bewegungen erhalten kann, und sind auch den Elberfelder Pferden adressiert worden. Hat nun *Krall* irgendeinen Beweis dafür erbracht, daß es sich in seinem Fall — entgegen dem äußeren Eindruck — nicht um Bewegungen handelt, die durch gewollte oder ungewollte Dressurhilfen veranlaßt werden, sondern um Bewegungen, die der Ausdruck verständiger Reaktionen auf sinnvoll erfaßte Fragen sind?

Wer nach der Lektüre des *Krallschen* Buches sich noch nicht darüber klar gewesen ist, daß jede Andeutung eines solchen Beweises fehlt, dem vermittelt *Mádays* Arbeit diese Einsicht. Wohl der gangbarste Weg des Beweises wäre die Durchführung streng „unwissentlicher“ Versuche gewesen. Sie behandelt *Krall* ganz stiefmütterlich, ordnet sie in unsystematischer und unzweckmäßiger Weise an und vermag durch sie keinen Beweis für seine Anschauung zu bringen.

Die Untersuchung *Mádays* hat eine Eigenart, die sich aus den besonderen Umständen ergibt; es ist gewissermaßen eine philologisch-historische Untersuchung über eine naturwissenschaftliche Frage. Nicht durch neue Versuche an anderen Pferden oder durch Wiederholung *Krallscher* Versuche an den Elberfelder Pferden wird der Nachweis erbracht, daß *Kralls* Annahmen ins Reich der Phantasie gehören, sondern aus den Veröffentlichungen für und wider, die über die Pferde und ihre Leistungen vorliegen. Das Vorgehen könnte auf den ersten Blick befremdlich erscheinen, ist aber tatsächlich voll berechtigt. Versuche an anderen Pferden sind in so großer Zahl ausgeführt worden, werden bei jeder Pferdedressur ständig ausgeführt, daß eine Wiederholung um so mehr überflüssig erscheint, als sie bei verneinenden Ergebnissen von den Anhängern *Kralls* nicht als bündig anerkannt werden würden. Besonders würden hier z. B. die „höchst wichtigen Versuche von *Rothe* zu nennen sein, die *Máday* auf S. 311 ff. erwähnt und die, gut angelegt, im Erfolg ganz verneinend sind. Einer systematischen Untersuchung seiner Pferde setzt aber *Krall* Widerstände verschiedener Art entgegen, vor allem erklärt er von vornherein, sich den notwendigen methodischen An-

forderungen nicht fügen zu wollen, da er sie für unzweckmäßig oder ungeeignet hält. Es bleibt also nur übrig, aus den Angaben, die über die Leistungen der Pferde vorliegen, ein Urteil über das zu gewinnen, was in Elberfeld vor sich gegangen ist. Mit unendlicher Sorgfalt und scharfem Spürsinn hat *Máday* alle Einzelheiten geordnet, die zu Schlüssen für oder gegen die Denkfähigkeit der Pferde führen können, und wer seinen Ausführungen aufmerksam folgt, dem tritt das Bild dieses phantastischen Selbstbetruges klar vor Augen, ja er wird, wenn auch noch so widerwillig, dem Kritiker nicht unrecht geben können, wenn er zu dem Schluß kommt, daß sich die Annahme voller subjektiver Ehrlichkeit, die Annahme eines aufrichtigen Wahrheitsuchens auf seiten *Kralls* schwer mit vielen Ereignissen vereinigen läßt, die literarisch belegt sind.

Da die Beweisführung für und wider vielfach von dem Gebiet rein sachlicher Erörterungen auf das moralische Gebiet, auf die Frage der Glaubwürdigkeit einer Persönlichkeit hinübergespielt worden ist, glaubt auch *Máday*, schon der Vollständigkeit wegen, nicht auf eine Analyse der Persönlichkeit *Kralls* verzichten zu können, die im letzten Kapitel gegeben wird.

Die Darstellung der Komödie mit dem „denkenden“ Hunde „Rolf“ in Mannheim wirkt wie ein fröhliches Zwischenspiel.

Der Ton des Buches ist zuweilen scharf, doch nie unvornehm. Wo die abweichenden Auffassungen *Mádays* gegenüber *Krall* den Charakter von Beschuldigungen annehmen, gibt er sich stets Mühe, beweiskräftiges Material herbeizuschaffen.

Es ist zu hoffen, wenn auch leider nicht zu erwarten, daß der unrühmliche Abschnitt in der Entwicklung der Tierpsychologie, der durch den Streit um die Elberfelder Pferde bezeichnet wird, mit diesem Werk seinen endgültigen Abschluß findet.

A. Pütter, Bonn.

Nußbaum, M., G. Karsten und M. Weber, Lehrbuch der Biologie für Hochschulen. Zweite Auflage. Leipzig und Berlin, Wilhelm Engelmann, 1914. VIII, 598 S. und 252 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13,25.

Daß ein Lehrbuch der Biologie für Hochschulen ein Bedürfnis darstellte, geht daraus hervor, daß das vorliegende Werk schon nach 3 Jahren in zweiter Auflage erscheinen konnte. Über die Abgrenzung des Stoffes der Biologie und die Art seiner Behandlung in einem Lehrbuch kann man verschiedener Meinung sein. Es handelt sich hier eigentlich gar nicht um ein einheitliches Lehrbuch der Biologie, vielmehr sind drei Lehrbücher, die verschieden angelegt sind, in einem Bande vereinigt.

Karsten arbeitet in seiner „Biologie der Pflanzen“ die begriffliche Trennung von Physiologie und Biologie klar heraus und stellt die *Biologie* dar, d. h. die Lehre von der *Bedeutung* der physiologischen Eigenart für das Leben der Pflanze als Einheit und als Glied einer Pflanzengemeinschaft. Der Stoff ist durchsichtig gegliedert und die Darstellung klar. Gründliche Kenntnis der Physiologie, die die Vorbedingung einer solchen Darstellung ist, gehört bei einem Botaniker fast zu den Selbstverständlichkeiten. Bei den Zoologen ist diese sichere Grundlage physiologischer Kenntnisse und physiologischer Denkweise leider noch bei weitem nicht so verbreitet, das fühlt man auf Schritt und Tritt in der „Biologie der Tiere“ von *Max Weber*. Der vortreffliche Forscher hat eine Menge wissens-

werten Materials zusammengebracht. Aus seinen einleitenden Worten geht hervor, daß er sich seine Aufgabe in ganz ähnlicher Weise stellt wie *Karsten*, aber es wird weder in der Verteilung des Stoffes noch in der Behandlung der Einzelfragen die Klarheit und Übersichtlichkeit erreicht, wie sie der Botaniker hat geben können. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt meines Erachtens in der Unsicherheit des Urteils in bezug auf die physiologischen Grundlagen der Biologie, und diese Unsicherheit entspringt aus dem völligen Mangel an physiologischer Vorbildung, unter dem die ältere Generation der Zoologen merkbar leidet, sobald sie sich der Bearbeitung physiologischer oder biologischer Fragen zuwendet.

Bei einem Lehrbuch, aus dem der Student nicht nur Wissen schöpft, an dessen Stil er auch seine Ausdrucksweise bildet, kann die Bemerkung nicht unterdrückt werden, daß die Sprache *Webers* als Vorbild für deutsche Studenten nicht zu empfehlen ist. Peinlich vermerkt man die Häufigkeit von „derselbe“ und „letzterer“. Ein Satz wie der folgende, der die Begriffsbestimmung des Wortes Autotomie gibt: „Wir verstehen darunter zunächst die auf äußere Anreizung hin statthabende spontane Verstümmelung des eigenen Körpers durch Abwerfen von Teilen, die normalerweise mit demselben in Verbindung zu bleiben haben“, kann nicht als Muster guten Stils empfohlen werden.

Das dritte Buch, das in dem Bande enthalten ist und trotz seines spezielleren Inhaltes an erster Stelle steht, ist eine Bearbeitung der „experimentellen Morphologie“ durch den kürzlich verstorbenen Bonner Forscher *M. Nußbaum*. In 17 Kapiteln ist das Material dieses verhältnismäßig jungen Zweiges der experimentellen Lehre vom Leben angeordnet, an dessen Ausbildung *Nußbaum* bedeutenden Anteil hat. Die reichhaltigen Literaturangaben nach jedem Kapitel bzw. sogar nach kleineren Abschnitten der Kapitel erleichtern das tiefere Eindringen in die Einzelfragen, die fast alle noch im Fluß sind und gerade darum für den reiferen Studenten eine besondere Anziehungskraft besitzen dürften.

A. Pütter, Bonn.

Marx, Erich, Handbuch der Radiologie, Band III. (E. Gehrcke, Glimmentladung; R. Seeliger, Die positive Säule; Wilhelm Hallwachs, Die Lichtelektrizität; Erich Marx, Die Entwicklung der Lichtelektrizität vom Januar 1914 bis Oktober 1915.) Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1916. Gr. 8°. XXII, 618 S. und 140 Figuren im Text. Preis geh. M. 34,—, geb. M. 36,—.

„Die rapide Entwicklung, welche die Physik im Anschluß an die Entdeckung des Elektrons und an die der Röntgen- und Radiumstrahlen genommen hat, hat bewirkt, daß die neuen Teilgebiete physikalischer Forschung in relativ kurzer Zeit der eingehenden Behandlung in einem Bande entwachsen sind. Den wichtigsten Arbeiten in den Spezialgebieten können nur umfassende Monographien, die auf mehrere Bände verteilt sind, gerecht werden.“

Aus dieser Erkenntnis heraus hat es *Erich Marx*, a. o. Professor an der Universität Leipzig, unternommen, erste Fachleute der Teilgebiete im In- und Ausland für die Mitarbeit an seinem groß angelegten Handbuch der Radiologie zu gewinnen. Der Band II, Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen von *E. Rutherford*, erschien schon vor Beginn des Weltkrieges im Jahre 1913; es ist ein absolut erstklassiges Werk, durch das die Erwartungen auf die anderen Bände des Handbuchs um so höher stiegen. Trotz der

Kriegszeit ist jetzt dankenswerterweise Band III erschienen, und Herr *Marx* spricht im Vorwort sogar die Hoffnung aus, daß die übrigen Bände I, IV und V in Bände folgen werden. Es wäre sehr zu wünschen, daß diese Hoffnung sich auch in Wirklichkeit verwandelte. Nur die Drucklegung von Band VI, Theorien der Radiologie, soll später erfolgen. Im nachstehenden möchte ich den vorliegenden Band III etwas eingehender besprechen.

Einleitend gibt *E. Gehrcke* auf S. 1—29 eine Übersicht über die allgemeinen Eigenschaften der Glimmentladung und die dabei verwendete Nomenklatur. Diese Einleitung, die äußerst klar und übersichtlich geschrieben ist, bietet aber ihrer Natur nach nichts wesentlich Neues; sie ist ein fast getreuer Abdruck der beiden ersten Kapitel von *Gehrckes* bekanntem Buch „Die Strahlen der positiven Elektrizität“ (Leipzig, bei Hirzel, 1909). Trotz des einführenden Charakters dieses Abschnitts wäre aber wohl eine detailliertere Literaturangabe wünschenswert gewesen.

Es folgen nun auf 139 Seiten die Ausführungen von *R. Seeliger* über die ungeschichtete und die geschichtete positive Säule. Nur um eine übersichtliche Darstellung des ausgedehnten Stoffes zu ermöglichen, hat Herr *Seeliger* die ungeschichtete und die geschichtete Säule getrennt behandelt. Von der Betrachtung ausgeschlossen wurden im allgemeinen alle Erscheinungen, die sich nicht auf die positive Säule der eigentlichen Glimmentladung beziehen, sondern lichtbogenartigen Charakter haben, also z. B. die Vorgänge in Metallampflampen. Es werden alle Eigenschaften der Säule, wie die geometrischen in Abhängigkeit von den verschiedensten Faktoren, und die elektrischen (Potentialgradient, Leitfähigkeit usw.) eingehend behandelt. Bis jetzt lag als einzige vollständige zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften der positiven Säule nur die in dem Buche von *Stark* „Elektrizitätsdurchgang in Gasen“ (Leipzig, bei Barth, 1902) vor, die die Literatur bis etwa 1900 vollständig berücksichtigt. In dem Zeitraum von 1900—1914 sind aber eine Reihe von Arbeiten erschienen, die unsere Kenntnis über die positive Säule wesentlich erweitern, so vor allem die von *Fischer*, *Gehrcke*, *Gehrcke und Seeliger*, *Holm*, *Jungjohann*, *Kost*, *Neubert*, *Pentscheff*, *Reiger*, *Riecke*, *Salingier* (Diss. Berlin 1915, noch nicht veröffentlicht), *Schwiehorst*, *Wehner*, *Willows*, *Würschmidt*. Der Wert des Artikels von *Seeliger* ist darin begründet, daß wir jetzt eine der Starkschen Zusammenstellung ähnliche besitzen, die nun die Literatur ganz bis Anfang 1914 umfaßt. Überall geht *Seeliger* auch auf die Theorie der Erscheinung ein und nimmt auch oft die Theorie als Leitstern für die Darstellung der sehr komplizierten Erscheinungen. Das ist aber nach des Referenten Meinung nicht zu begrüßen, denn wie *Seeliger* selbst sagt, sind zu einer Theorie im Sinne präziser, mathematisch faßbarer Vorstellungen kaum erst Ansätze gemacht. Zwar soll zugegeben werden, daß wir uns vielleicht im großen und ganzen über die Vorgänge in der positiven Säule ein befriedigendes theoretisches Bild machen können, jedoch ist dasselbe nach des Referenten Meinung doch höchstens nur sehr qualitativer Natur. Zu beanstanden ist, daß *Seeliger*, ebenso wie *Gehrcke*, die Literaturzitate meistens ohne Vornamen der Autoren gibt. Es wäre doch sehr zu wünschen, wenn die Literaturangaben immer nach dem Schema der Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft gemacht würden.

Den Abschnitt über die Glimmentladung beschließt der Artikel von *Gehrcke*, der auf 174 Seiten sich mit

den Erscheinungen an den beiden Elektroden befaßt und unsere ganze Kenntnis darüber sehr schön und klar darstellt. Es werden behandelt: 1. die Eigenschaften der sogenannten ersten, zweiten und dritten Schicht an der Kathode, 2. die elektrischen Messungen in diesen Gebilden (Kathodenfall, Potentialverteilung sowie Stromverteilung und Leitfähigkeit in der Nachbarschaft der Kathode), 3. der Faradaysche Dunkelraum und die anodischen Lichtgebilde, 4. die thermischen und mechanischen Eigenschaften der Elektroden und ihrer Nachbarschaft. Selbstverständlich hat auch *Gehrcke* die neueste Literatur eingehend berücksichtigt.

Notwendig ist aber noch, etwas über die Abbildungen in den Aufsätzen von *Gehrcke* und *Seeliger* zu sagen. Die Reproduktionen nach photographischen Aufnahmen sind durchweg sehr schlecht. Davon überzeugt man sich leicht, wenn man z. B. die Fig. 2—11 auf S. 2—7 mit den entsprechenden Abbildungen in dem zitierten *Gehrckeschen* Buche (S. 2—8) vergleicht. Die schematischen Zeichnungen und Kurvenbilder bei *Gehrcke* sind sonst recht gut, an ihnen ist nichts auszusetzen. Dagegen lassen bei *Seeliger* die schematischen Darstellungen fast durchgehend sehr viel zu wünschen übrig. Abgesehen davon, daß die Beschriftung sehr mangelhaft ausgeführt ist, sind die Figuren selbst scheinbar ohne jede Sorgfalt gezeichnet worden. Man vergleiche zum Beispiel die Figuren 28, 29, 29a, die dem Starkschen Buche entnommen sein sollen, mit den Originalbildern bei *Stark* S. 140, oder beachte, was aus der Grahamschen Originalzeichnung (Wied. Ann. 64, S. 68, 1898) bei *Seeliger* (Fig. 33, S. 46) geworden ist. Es ist außerordentlich bedauerlich, daß in einem Werke von der Bedeutung des Handbuchs der Radiologie in einem Artikel so wenig Gewicht auf gute Figuren gelegt ist.

Außerordentlich schön ist der Teil, den *Wilhelm Hallwachs* über die Lichtelektrizität geschrieben hat. Dieses kann nicht verwundern; ist doch *Hallwachs* der Entdecker des lichtelektrischen Effektes, der ihm zu Ehren auch häufig, leider nicht häufig genug, der Hallwachseffekt genannt wird. In den mehr wie 25 Jahren, die verflossen sind, seit wir die lichtelektrischen Erscheinungen kennen, hat *Hallwachs* außerordentlich viel für die Erweiterung und Vertiefung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete getan, und es ist daher selbstverständlich, daß die Darstellung durch den Entdecker und den hier wohl auch erfolgreichsten Forscher besonderen Genuß bieten muß. Die Hallwachssche „Lichtelektrizität“ wird nach des Referenten Meinung für lange Zeiten das Standardwerk für das große Gebiet der lichtelektrischen Erscheinungen sein.

Auf 318 Seiten wird das ganze große Gebiet nach allen Seiten ausführlich und vollständig behandelt; die Literatur ist bis 1914 berücksichtigt. Die große Ausdehnung, welche das lichtelektrische Gebiet erfahren hat, hängt nach der Meinung von *Hallwachs* damit zusammen, daß die lichtelektrische Forschung immer mehr nach dem Mittelpunkt des Bereiches vorrückt, welcher gegenwärtig mit die größte Anziehungskraft auf die physikalische Arbeit ausübt, die Atomdynamik. In dem lichtelektrischen Grundprozeß nämlich vollzieht sich die Umwandlung von Licht, eines gesetzmäßig so scharf erkannten und in seinen Grundeigenschaften — Schwingungszahl, Stärke, Polarisationszustand — einfach änderbaren und durch scharfe Methoden messend verfolgbaren Vorganges, in Elektrizität, in Elektronenstrahlung, deren physikalische Grundeigenschaften ebenfalls mit großer quantitativer Schärfe bekannt

sind. So werden hier zwei Erscheinungsgebiete durch den Mechanismus der Atome, deren Inneres lichtelektrisch beeinflussbar ist, verknüpft, so daß die Arbeit in diesem Gebiete auf Schritt und Tritt zu Fragen des Atommechanismus gelangt und gezwungen wird.

Hallwachs teilt sehr übersichtlich das ganze Gebiet der Lichtelektrizität in zwei große Hauptabschnitte. Der erste enthält die Arbeiten, die bis etwa Ende 1899 reichen, der zweite umfaßt die, die nach diesem Zeitpunkt erschienen sind. Diese Einteilung erhält dadurch ihre Berechtigung, daß im Jahre 1899 die grundlegende Arbeit von *Lenard* erschien, der darin ein Hauptglied in der Kette der Vorgänge, die den lichtelektrischen Prozeß bilden, nämlich die aus den Metallen bei der Belichtung austretende Kathodenstrahlung, nachwies. Auf Grund der *Lenardschen* Arbeit war es erst möglich, die Fragestellungen in dem lichtelektrischen Gebiete ganz präzise zu fassen und zu spezialisieren. Diese Arbeit von *Lenard* ist dadurch ein hervorragender Markstein in der Entwicklung der Lichtelektrizität geworden.

Es ist natürlich hier ganz unmöglich, die unglaubliche Reichhaltigkeit des *Hallwachsschen* Artikels genügend zu würdigen. Es ist richtig, zu sagen, daß alle, aber auch alle Fragen der Lichtelektrizität behandelt werden. So werden z. B. auch alle die scheinbar weiter abliegenden Gebiete der Phosphoreszenz, der Fluoreszenz, des Becquerelleffektes, der photochemischen Erscheinungen usw. mit in den Kreis der Betrachtung gezogen, da es sich herausgestellt hat, daß man es hier auch aller Wahrscheinlichkeit nach mit primär lichtelektrischen Phänomenen zu tun hat. Natürlich sind auch die praktischen Anwendungen der Lichtelektrizität dargestellt, so z. B. die Photometrie, speziell die lichtelektrische Messung von Sternhelligkeiten, die an Genauigkeit die bisherigen optischen und photographisch-photometrischen Methoden erheblich übertrifft (innere Einstellungsgenauigkeit für die einzelne Einstellung etwa ± 3 bis 4 Tausendstel einer Größenklasse), dann die Auswertung von optischen Wellenlängen im Schumanngebiet, die Erzeugung weichster Röntgenstrahlen, ferner die lichtelektrischen Sonden, die Wirkung der Photozellen als Gleichrichter und Wellendetektoren und anderes mehr.

Die ganze Darstellung von *Hallwachs* ist bewundernswert objektiv gehalten und mit einer erfreulichen, streng wissenschaftlichen Kritik verbunden. Auf Schritt und Tritt erhält man neue Anregungen zu neuen Arbeiten auf dem lichtelektrischen Gebiete. Sehr interessant und beachtenswert ist das große Gewicht, das *Hallwachs* bei vielen Erscheinungen dem Einfluß von Gasresten zumißt, wohl auch mit Veranlaß durch die neuen Versuche von ihm und *Wiedmann*. Außerordentlich klar ist auch Kapitel IX geschrieben, das die theoretischen Arbeiten zur Deutung der lichtelektrischen Grundvorgänge behandelt. Ein schönes Beispiel für die Exaktheit, mit der die Ergebnisse dargestellt werden, ist das Schlußwort von *Hallwachs* zu diesem Kapitel. Er sagt:

„Die Betrachtungen über die lichtelektrischen Grundprozesse in diesem Paragraphen liefern eine Reihe von Zügen für die Herstellung eines Bildes derselben. Zurzeit muß aber ein solches Bild noch sehr subjektiver Natur sein, wohl geeignet für den, welcher es sich entwirft, die eigene Forschung zu leiten, aber noch zu unsicher, um eine allgemeine Zustimmung beanspruchen zu können. Es möchte daher zurzeit noch von einer solchen Skizze abgesehen werden. Eine fer-

tige Theorie der lichtelektrischen Wirkung ist auch jetzt noch nicht möglich, dazu bedarf es noch weiterer experimenteller Aufklärung, zunächst vor allem der Feststellung richtiger Absolutwerte für die Erstenergie und der Herausarbeitung der Faktoren, welche bei der selektiven Lichtelektrizität bestimmend wirken, sowie der Klärung der Art des Gaseinflusses. Neben dem speziellen Gebiet der Lichtelektrizität werden auch die allgemeinen Theorien, die in diesen Paragraphen einbezogen worden sind, aus solchen Untersuchungen sicherlich Nutzen ziehen können, die Lichtelektrizität liefert der Atommechanik einen der naheführendsten Zugangswege.“ Es wäre schön, wenn alle Physiker so scharf wie *Hallwachs* zwischen völlig sichergestellten Ergebnissen und hypothetischen Zutaten unterscheiden wollten.

Der *Hallwachssche* Artikel schließt mit Anfang 1914 ab. Da die Herausgabe von Band III sich verzögert hatte, ist dadurch die allerneueste Literatur nicht mehr berücksichtigt. Leider war, wie Herr *Marx* im Vorwort mitteilt, von der berufenen Hand von *Hallwachs* ein Nachtrag nicht mehr zu erhalten. Um diesen Mangel auszufüllen, hat der Herausgeber selber einen Anhang zur Lichtelektrizität geschrieben, der die Entwicklung der Lichtelektrizität in den letzten zwei Jahren darstellt (Literatur bis November 1915).

Marx bespricht eingehend nur die wichtigsten Arbeiten, so vor allem die Ergebnisse von *Langmuir* und *Schottky*, die die wichtige Rolle aufzeigen, welche Raumladungen bei den lichtelektrischen Phänomenen spielen können. Vielleicht erklären sich hierdurch die Resultate von *Fredenhagen*, *Küstner*, *Hallwachs*, *Wiedmann*, und vielleicht ist der physikalische Grund für den Einfluß der Gasreste, auf die Herr *Hallwachs* so eindringlich hinweist, in den entstehenden Raumladungen begründet. Ausführlich wird auch die schöne Arbeit von *Ramsauer* über die Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen beim Photoeffekt besprochen, eine Arbeit, die wohl die genauesten Resultate bisher ergeben hat. Von den neueren Anwendungen sind von besonderem Interesse die Ergebnisse von *Guthnik* und *Prager* in der photoelektrischen Astrophotometrie.

Als großen Mangel hat es der Referent empfunden, daß besondere Inhaltsverzeichnisse für die einzelnen Artikel vorhanden sind, leider kein gemeinsames Register für den ganzen Band.

Zusammenfassend kann man sagen: Auch der vorliegende Band des Handbuchs der Radiologie ist eine sehr wertvolle Bereicherung unserer physikalischen Literatur.

Edgar Meyer, Zürich.

Glatzel, Bruno, Elektrische Methoden der Momentphotographie. (Aus der Sammlung Vieweg: Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik.) Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. IX, 103 S., mit 51 Abbildungen und dem Bild des Verfassers. Preis geh. M. 3,60.

Kurz nachdem *Glatzel* die letzte Hand an das vorliegende Werk gelegt hatte, rief ihn der Weltkrieg unter die Fahnen. Die Korrekturen hat er noch im Schützengraben vor Verdun gelesen, aber das Erscheinen des Buches nicht mehr erlebt: am 8. Oktober 1914 fand er als Führer einer Maschinengewehrabteilung den Heldentod. Nicht nur hierdurch, auch dem Inhalt nach ist das Buch mit dem Kriege oder wenigstens dem Kriegswesen verknüpft. Die beschriebenen Methoden der Momentphotographie (Funkenphotographie) dienen in erster Linie für Aufnahmen feuernder Waffen, flie-

gender Geschosse und ihrer Begleiterscheinungen. Der Verfasser selbst hat bekanntlich vor einigen Jahren den berühmten ballistischen Kinematographen von *Cranz* als dessen Mitarbeiter vervollkommen können; so ist es möglich, bis 100 000 Aufnahmen in der Sekunde zu machen und z. B. alle Vorgänge der Durchschießung eines Brettes oder eines Knochens im einzelnen zu verfolgen. Die Bedeutung derartiger Aufnahmen in wissenschaftlicher und technischer, militärischer und ärztlicher Beziehung bedarf keiner Erläuterung.

Im vorliegenden Werk werden vom Standpunkt des Physikers aus vor allem die elektrischen Anordnungen ausführlich dargestellt, die die Grundlage der Funkenphotographie bilden. Mancher wird vielleicht eine, wenn auch nur kurze Beschreibung der optischen Einrichtungen vermissen, für die nur auf die Originalarbeiten und das *Cranzsche* Lehrbuch der Ballistik verwiesen wird.

In lichtvoller Darstellung werden uns die z. T. recht verwickelten Schwingungsvorgänge vorgeführt, die schon bei dem einfachen Apparat auftreten, mit dem *Mach* vor über 30 Jahren das fliegende Geschöß mit seiner in letzter Zeit wieder viel besprochenen Kopfwelle photographieren konnte. Hier durchschlägt das Geschöß zwei Glashüllen, die über die Enden einer Funkenstrecke geschoben sind; dadurch löst es die Entladung zwischen den Polen und einen Schwingungsvorgang aus, der nach einer bestimmten äußerst kurzen Zeit einen zweiten Funken und damit die momentane Beleuchtung des fliegenden Geschosses erzeugt. Erst die hier gegebene Aufklärung der komplizierten elektrischen Oszillationen erlaubt uns, den Verf. auf dem langen Weg zu begleiten, der schließlich zu dem oben genannten „Hochfrequenzkinematographen“ von *Cranz-Glatzel* führt.

Die einzelnen Kapitel behandeln: I. Die Auslösevorrichtungen. II. Methoden zur Verstellung kleiner Zeitdifferenzen zwischen zwei Funken. III. Die Beleuchtungsfunkenstrecken. IV. Die Mehrfachfunkenphotographie (Funkenkinematographie). V. Die Momentphotographie mit Vorderbeleuchtung.

Hoffentlich wird das lesenswerte Buch dazu beitragen, die schöne Methode der Funkenphotographie weiten Kreisen bekannt zu machen, so daß sie auch auf anderen Gebieten angewandt wird. Das mit einem guten Bilde des Verf. gezielte Buch enthält auf seinen ersten Seiten einen kurzen, warmen Nachruf von *Scheel*, der dem Soldaten, dem Forscher und dem Menschen *Bruno Glatzel* gewidmet ist.

R. Ladenburg, Breslau, z. Zt. Schießplatz Kummersdorf.

Beckenkamp, J., Statische und kinetische Kristalltheorien. Zweiter Teil. Theorie der Ausbreitung der Energie in Kristallen durch Strahlung (Kristalloptik) und Veranschaulichung der optischen Eigenschaften der kristallisierten Kieselsäure durch statische Strukturbilder. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1915. XII, 670 S., 487 Textfiguren und 7 Stereoskopbilder. Preis M. 32,—.

Der erste Teil des vorliegenden Werkes behandelte die geometrischen Eigenschaften der Kristalle und wurde in dieser Zeitschrift (Jahrgang 1913, S. 243) besprochen. Der jetzt erschienene zweite Teil bringt eine eingehende Behandlung der Strahlungserscheinungen in der kristallinen Materie, wiederum mit besonderer Betonung der geschichtlichen Entwicklung dieses Wissenschaftszweiges und ohne zu weitgehende mathematische Ableitungen. Der größte Teil des Buches (S. 1 bis 458) ist der Optik gewidmet, wobei jeder

Gegenstand bis zu den neuesten Fortschritten verfolgt wurde. Die Fülle des Gebotenen schließt ein Eingehen auf Einzelheiten aus. Es folgt dann (S. 459—478) ein Kapitel über die langwelligen (Hertzschen) Strahlen und ihre Ausbreitung in isotropen und anisotropen Medien, weiterhin über die korpuskularen Strahlen (Kathodenstrahlen, Kanalstrahlen u. dergl.). Die Einführung dieser Gegenstände war bisher bei den Lehrbüchern der Kristallographie nicht üblich und wird daher dankbar begrüßt werden.

Ein besonders aktuelles Interesse besitzt das darauffolgende Kapitel über sehr kurzwellige Strahlen, insbesondere die Röntgenstrahlen, und ihre Interferenz, welche die Anordnung der Teilchen in der kristallinen Materie zu erkennen gestattet. Die Untersuchungen auf diesem Gebiete stehen heute im Mittelpunkt physikalisch-kristallographischer Forschung, und nicht selten wurden Ansichten ausgesprochen, die mit später aufgedeckten Tatsachen in Widerspruch sind. *Beckenkamp* hat hier kritisch die bei der Herausgabe des Werkes vorhandenen Daten zusammengestellt und die theoretische Behandlung darauf gegründet.

Im zweiten Abschnitt (S. 524—646) „Veranschaulichung der optischen Eigenschaften der kristallisierten Kieselsäure durch statische Strukturbilder“ geht der Verfasser auf ein Spezialgebiet ein, das seit vielen Jahren einen Hauptgegenstand seiner eigenen Studien bildete. Kieseldioxyd kommt in sechs verschiedenen Arten der Kristallsymmetrie vor, eine dieser Modifikationen steht dem gewöhnlichen Quarze nahe, zwei andere sind als Tridymit, die letzten beiden als Cristobalit bekannt. Cristobalit ist in der äußeren Form regulär, wenn auch der innere Aufbau des Kristalls eine geringere Symmetrie aufweist, als dem regulären System entspricht. Erst oberhalb ca. 230° verhält sich der Cristobalit sowohl physikalisch wie auch geometrisch regulär. Die Kristalle von Quarz und Tridymit lassen sich nach *Beckenkamp* als deformiert-regulär (pseudoregulär) auffassen, wenn man nicht, wie üblich, die Würfelkanten, sondern die Normalen zu den Oktaeder-, den Granatoeder- (Rhombendekaoeder-) und Leuzitoeder- (Ikositetraeder-) Flächen als Achsen annimmt. Dieser Gedanke wird in Einzelheiten durchgeführt, namentlich auch in Hinblick auf die schraubenartige Anordnung der Atome im Raumgitter. Hierbei muß man immer bedenken, daß die mikroskopisch auch bei stärkster Vergrößerung homogen erscheinenden Kristalle wahrscheinlich in Wirklichkeit sehr häufig Zwilling aggregare sind. Die Grenze der Auflösbarkeit durch das Mikroskop (ca. 10^{-5} cm) ist noch das Tausendfache der Größenordnung des Moleküls (ca. 10^{-8} cm). Erst wenn mehr als 1000 Teilchen gleichgerichtet sind, ehe eine Zwillingsgrenze erscheint, ist die Zwillingstellung wahrnehmbar. Mit Recht fragt *Beckenkamp*, weshalb gröbere Zwillingbildung häufig, Zwillingbildung von einer Feinheit unterhalb der genannten Grenze dagegen ausgeschlossen oder selten sein sollte? Früher ging man diesen nicht durch die Beobachtung kontrollierbaren Ansichten meist aus dem Wege, jetzt hat aber die Röntgendurchleuchtung die Möglichkeit der konkreten Lösung auch solcher Fragen (allerdings mit Ausnahmen, die hier nicht näher erörtert werden können) eröffnet.

Die von *W. H.* und *W. L. Bragg* auf Grund ihrer Durchleuchtungsversuche für den Quarz angegebene Gitterstruktur, die auf der alten Sohnckeschen Theorie fußt, ist nach *Beckenkamp* mit der Beobachtung der optischen Drehung des Quarzes — auch in Richtungen senkrecht zur Hauptachse — in Widerspruch.

Stereoskopische Bilder zu den besprochenen Raumgittern des Kieseldioxyds sind dem Werke beigegeben.

H. E. Boeke, Frankfurt a. M.

Physikalische Mitteilungen.

Während nach den Beobachtungen deutscher Forscher, vor allem *Elster* und *Geitel*s, bei den **photoelektrischen Zellen** strenge Proportionalität zwischen Beleuchtung und Photostrom besteht, haben amerikanische Forscher fast stets Abweichungen von dieser Beziehung gefunden, derart, daß sie eine komplizierte Funktion von Spannung, Elektrodenabstand und Gasdruck ist. Diese Differenzen sind jetzt durch eingehende Untersuchungen von *H. E. Ives*, *S. Dushman* und *E. Karrer* (*Astrophys. J.* 43, S. 9, 1916) aufgeklärt und zugunsten der ersten Ansicht entschieden worden. Ihre Versuche ergaben zunächst, daß die ursprünglich beobachteten Unregelmäßigkeiten auch in sehr hoch evakuierten Zellen bestehen bleiben, so daß die Gegenwart von Gasen nicht als Ursache derselben angesehen werden konnte. Ebenso war auch die Beschaffenheit der Alkalioberfläche ohne Einfluß hierauf: die Störungen zeigten sich ferner in gleicher Weise bei dem normalen und dem selektiven Effekt. Es ergab sich schließlich, daß sie von einem Fokussierungseffekt herrührten. Es wird darunter eine Änderung der Richtung der von der Kathode abgespaltenen Elektronen durch Wandladungen bei Änderung ihrer Zahl verstanden, wodurch der Bruchteil der die Anode erreichenden Zahl von Elektronen von Fall zu Fall verschieden wird. Derartige Wandladungen können sich gerade bei der gebräuchlichen Form der Photozellen mit ihren geringen Abmessungen und ihrer verhältnismäßig großen Wandfläche bei kleiner Anodenfläche sehr leicht bilden. Wenn derartige Störungen trotzdem nicht immer beobachtet worden sind, so liegt dies einmal an der Wirkung des Dunkelstromes und zum zweiten daran, daß man meist mit einer Gasfüllung von einigen zehntel Millimeter Druck arbeitete, so daß die hierin gebildeten positiven Ionen die Wandladung neutralisieren konnten.

Um die störenden Wandladungen sicher zu vermeiden, wird eine neue Zellenform angegeben. Bei dieser dient die ganze versilberte innere Oberfläche der Glaskugel als Anode. Das Licht tritt durch ein an ein seitliches Ansatzrohr gekittetes Fenster ein. Die Kathode besteht aus einer kleinen, außen versilberten, konzentrisch zur ersten angebrachten Glaskugel, auf welche das Alkalimetall destilliert wird. Ihre Zuführung geht durch ein zweites Ansatzrohr und ist mit einem Schutzring umgeben. Die Untersuchungen an drei so hergestellten Zellen ergaben stets eine strenge Proportionalität zwischen Beleuchtung und Photostrom. Gerade für die Messung der Helligkeit von Sternen, wobei es sehr auf genaue Erfüllung dieser Bedingung ankommt, wird diese neue Form sehr geeignet sein. Ihre Empfindlichkeit könnte man außer durch die schon immer verwendete Füllung mit einem Edelgase durch Vergrößerung des Elektrodenabstandes steigern, da damit — wie aus der Theorie der Stoßionisation folgt — der Strom stark anwächst.

Die Wandladungen bilden auch die Erklärung für die Ergebnisse einiger neuerer Arbeiten (von *Fredenhagen*, *Küstner*, *Wiedemann* und *Hallwachs*), wonach der Photoeffekt an die Gegenwart von Gasen gebunden ist. Ist das angelegte Potential nur klein, so können die Wandladungen das Auftreten des Photostromes vollkommen verhindern. Unter Berücksichtigung dieser

Umstände war auch bei sorgfältig von Gas befreiten Kathoden und im extremen Vakuum der photoelektrische Effekt zu beobachten.

Auf Grund genauer Bestimmungen der **Transmissionskoeffizienten** der permanenten Gase und des Wasserdampfes in der Luft für die **Sonnenstrahlung** sowie der von den Absorptionsbanden des letzteren absorbierten Sonnenstrahlung kommt *F. E. Fowle* (*Astrophys. J.* 42, S. 394, 1915) zu dem Schluß, daß der Strahlungsverlust in der Atmosphäre etwa je zur Hälfte auf die permanenten Gase und auf den Wasserdampf zurückzuführen ist. Er beträgt für den Mount Wilson (1730 m Höhe), falls die Sonne im Zenith steht, 8 bzw. 9 %, und falls sie um 70° davon absteht, 20 bzw. 13 %. Dabei ist ein solcher Wasserdampfgehalt vorausgesetzt, daß bei der Kondensation des in der gesamten Luftschicht über dem Beobachtungsort enthaltenen Dampfes das Wasser eine Schicht von 0,7 cm Höhe bilden würde. Für den 4420 m hohen Mount Whitney (mit nur 0,1 cm niederschlagbarem Wasserdampf) sind die entsprechenden Zahlen für zenithalen Sonnenstand 8 bzw. 4 %, und bei 20° Sonnenhöhe 17 bzw. 6 %. Für Washington betragen dagegen selbst an dem trockensten Tag (mit 0,5 cm niederschlagbarem Wasser) die entsprechenden Verluste 10 bzw. 10 % und bei tiefem Sonnenstande 23 bzw. 19 % (dabei sind aber in den Verlust durch Wasserdampf auch die Zerstreuungsverluste durch Staub, welche 3 bis 9 % betragen, mit eingeschlossen). Im letzteren Falle werden also von der gesamten Sonnenstrahlung, wenn wir für die Solarkonstante den Wert 1,93 Kalorien/cm² · min annehmen, 0,81 Kalorien durch die Atmosphäre nicht zur Erde hindurchgelassen.

Im **Emissionsspektrum des Natriumdampfes** kann man nur in 7 Linien der Hauptserie beobachten. Der Grund dafür dürfte in turbulenten Bewegungszuständen der Dämpfe liegen. Demgemäß müßte man bei dem Absorptionsspektrum, bei welchem es sich um verhältnismäßig kühle und keiner starken Bewegung unterworfenen Dämpfe handelt, auch das Auftreten höherer Serienglieder erwarten. In der Tat gelang es *R. W. Wood* und *R. Fortrat* (*Astrophys. J.* 43, S. 73, 1916), unter Verwendung einer 2,8 m dicken Schicht und des großen Züricher Quarzspektrographen, in welchem das Licht sechs große Quarzprismen zweimal durchsetzt, 58 Linien der Hauptserie aufzufinden, von denen die ersten sieben in Dubletts aufgelöst wurden. Dieselben ließen sich durch die Ritzsche Serienformel gut darstellen. Das aus dieser berechnete theoretische Ende der Hauptserie liegt bei 2112,627 und wurde bis auf 1,21 Å. E. erreicht.

Verschiedene elektrische Messungen, welche *P. I. Wold* (*Phys. Rev.* 7, S. 169, 1916) angestellt hat, machen die Existenz **zweier Modifikationen des Tellur** wahrscheinlich, von denen die α -Modifikation unterhalb, die β -Modifikation oberhalb 200° beständig ist. Beide wandeln sich nur sehr langsam ineinander um, so daß die Messungsergebnisse durch vorhergehende Wärmebehandlung sehr stark beeinflußt werden. So nimmt der ursprünglich positive Halleffekt mit wachsender Temperatur ab und wird bei einer Temperatur von etwa 100° (je nach der vorhergehenden Wärmebehandlung) negativ und bei etwa 240° wieder positiv. Der Nernst- und wahrscheinlich auch der Ettinghausen-effekt erreichen bei ungefähr 100° ein Maximum. Ganz ähnlich wie der Halleffekt verläuft auch die thermo-

elektromotorische Kraft mit der Temperatur, wodurch ein enger Zusammenhang jener beiden Größen angedeutet wird. Die Versuche, die Existenz oder das Nichtauftreten des Halleffektes im flüssigen Tellur zu beweisen, scheiterten an verschiedenen Störungsquellen. In einem Magnetfeld nimmt die Wärmeleitung weit schneller ab als die elektrische Leitfähigkeit.

Aus dilatometrischen Beobachtungen hatten *E. Cohen* und *W. D. Helder mann* auf die Existenz **zweier allotroper Modifikationen des Kupfers** geschlossen, deren Übergangspunkt bei 70°C liegen sollte. Messungen des elektrischen Widerstandes von $0,05\text{ mm}$ dickem Kupferdraht, die von *G. K. Burgeß* und *I. N. Keilberg* (*Phys. Rev.* 7, S. 281, 1916) ausgeführt wurden, ergaben innerhalb der Beobachtungsfehler von 1 auf 500 000 keine Diskontinuität und somit auch kein Anzeichen für das Bestehen zweier allotroper Modifikationen in dem Temperaturbereich bis 100° .

Beim Übergang des **Selens** aus dem leitenden (kristallinen) in den nicht leitenden (amorphen) Zustand werden nach Versuchen von *L. E. Dodd* (*Phys. Rev.* 7, S. 282, 1916) elektrische Ladungen weder gebunden, noch in Freiheit gesetzt, woraus folgt, daß die Zahl der Leitfähigkeitselektronen pro Atom in beiden Zuständen dieselbe ist. Danach dürften diese in den Selenkristallen keine „freien“ Elektronen, sondern mit den Atomen verkettet sein.

So wie sich aus der **Planckschen Strahlungsformel** des schwarzen Körpers das Wiensche Verschiebungsgesetz $\lambda_{\max} \cdot T = \text{const}$ (λ_{\max} ist die Wellenlänge, für welche bei der absoluten Temperatur T das Maximum der Energie J_{\max} ausgestrahlt wird) und das Gesetz $J_{\max} \cdot T^{-5} = \text{const}$ ergibt, so lassen sich aus demselben noch eine Reihe weiterer Verschiebungsgesetze ableiten. So beweist *P. D. Foote* (*Phys. Rev.* 7, S. 224, 1916), daß zwischen der zum Schwerpunkt der von der Strahlungskurve eingeschlossenen Fläche gehörigen Wellenlänge λ_s und der absoluten Temperatur T die dem Wienschen Verschiebungsgesetz entsprechende Beziehung $\lambda_s \cdot T = \text{const}$ besteht. Die Konstante hat den Wert $0,370\,21 \cdot c_2$ ($= 5350$), wo c_2 ($= 14\,450$), die in der Planckschen Strahlungsgleichung auftretende Konstante ist.

Die Reflexion von Elektronen an einer ursprünglich polierten, dann aber durch längeres Erhitzen im Vakuum auf 350° „angerauten“ Kupferplatte ist — ebenso wie die an einer elektrolytisch niedergeschlagenen Silberfläche — sehr klein; sie beträgt für Elektronen von $0,4\text{ Volt}$ Geschwindigkeit nur 10% und steigt für solche von 50 Volt bis auf 40% (*A. W. Hull*, *Phys. Rev.* 7, S. 1, 1916). Es wird dies durch die ultramikroskopische Rauheit dieser Flächen erklärt. Die Zerstreuung der langsam beweglichen Elektronen wird auf die Ablenkung durch starke elektrische Felder und vielfache Reflexionen zwischen der Auffangplatte und dem sie umgebenden Zylinder und nicht auf die Zusammenstöße mit den Gasmolekülen zurückgeführt. Gegen letztere spricht die Tatsache, daß die Zerstreuung zwischen $0,12$ und $0,65\text{ }\mu$ vom Gasdruck unabhängig und daß sie für schnellere Elektronen größer als für langsame ist. Bei der Gegenwart von Quecksilberdampf werden δ -Strahlen ausgelöst, deren schnellste angenähert dieselbe Energie wie die Quecksilberionen haben. Daraus wird auf einen quantenhaften Energieaustausch zwischen beiden geschlossen.

Die spektrale Empfindlichkeitskurve des Auges läßt sich angenähert durch eine Gleichung in der von *Goldstein* angegebenen Form $L_{\lambda} = R^n \cdot e^{n(1-R)}$ darstellen, in welcher L_{λ} die Empfindlichkeit des Auges für die Wellenlänge λ , $R = \lambda_{\max}/\lambda$ (λ_{\max} die Wellenlänge maximaler Empfindlichkeit, nach *Nutting* $0,555\text{ }\mu$) und n nach *Nutting* gleich 181 ist. Diese Gleichung stellt die experimentell ermittelten Werte zwischen $0,48$ und $0,65\text{ }\mu$ sehr gut dar, dagegen sind die theoretischen Werte für $\lambda < 0,48\text{ }\mu$ zu klein und für $\lambda > 0,65\text{ }\mu$ zu groß, während die von der theoretischen Kurve eingeschlossene Fläche praktisch mit dem experimentellen Ergebnis übereinstimmt. Eine bessere Annäherung erhält man nach *E. F. Kingsbury* (*Phys. Rev.* 7, S. 161, 1916) durch die Gleichung

$$L_{\lambda} = 0,999 \cdot (R_1 \cdot e^{1-R_1})^{200} + 0,04 \cdot (R_2 \cdot e^{1-R_2})^{400} + 0,095 \cdot (R_3 \cdot e^{1-R_3})^{1000}$$

wo $R_1 = 0,556/\lambda$, $R_2 = 0,465/\lambda$, $R_3 = 0,610/\lambda$ ist (diese Gleichung hat indessen keine Beziehung zu der Dreifarbentheorie des Farbensehens). Mit Hilfe der angegebenen Formel läßt sich die Leuchtkraft eines schwarzen Körpers für verschiedene Temperaturen berechnen. Es ergibt sich dabei, daß der maximale Wirkungsgrad der Leuchtkraft $13,5\%$ beträgt und bei einer (absoluten) Temperatur von 6500° erreicht wird.

Bei früheren Versuchen hatte *W. B. Haines* (s. Naturw. 31, III, 1916) das Auftreten **freier Elektronen in frisch gereinigtem Wasserstoff** von Atmosphärendruck festgestellt. Diese lagern nun bei längerem Stehen, wie neuere Versuche (*Phil. Mag.* 31, S. 339, 1916) gelehrt haben, ein oder mehrere Moleküle an. Wie die Messungen der Beweglichkeiten bei Drucken von 8 bis 76 cm ergaben, treten zunächst fast nur freie Elektronen auf; im Laufe der Zeit konnten aber bis zu drei verschiedene negative und eine positive Ionenart festgestellt werden. Ihre Geschwindigkeiten stimmen mit den aus der Townsendschen Formel berechneten überein, wenn man annimmt, daß bei allen die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zusammenstößen dieselbe ist, und daß die negativen Ionen 1, 3 oder 6 und die positiven 9 Wasserstoffmoleküle (bei einer Elektronenladung) enthalten. Bei den leichtesten negativen Ionen traten noch einige bisher nicht erklärte Abweichungen auf; für die beiden anderen gilt aber das Gesetz, daß das Produkt aus Druck und Beweglichkeit konstant ist, und zwar haben die Konstanten die Werte $604,7$, bzw. 1206 . Bei den positiven Ionen zeigen sich bei den niedrigen Drucken Abweichungen hiervon. Aus dem mit der Zeit variablen Verhältnis der verschiedenen Ionen erklären sich die Unstimmigkeiten, welche frühere Forscher bei der Bestimmung der Beweglichkeiten der Wasserstoffionen erhielten.

G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Agrikulturtechnische Mitteilungen.

Die Lupine oder Wolfsbohne als faserliefernde Pflanze. Nach neueren Untersuchungen sind gute Aussichten vorhanden, aus der Lupine auch eine brauchbare Faser zu gewinnen. Damit würde der Anbauwert dieser wichtigen neueren Zuchtpflanze, die schon längst als vorzüglicher Stickstoffsammler für die Gründung guter Dienste leistet und auch als Körnerfrucht ein sehr gutes, eiweißreiches Futter liefert, noch wesentlich steigen. Die Ausbeute ist freilich nicht groß.

Man hat gefunden, daß auch die Lupine eine brauchbare Faser enthält, die gewerblich mindestens ebenso wertvoll wie die Jutefaser ist. Ferner ist ein Verfahren ausgearbeitet worden, durch das die Faser von den Strohteilen auf sehr einfache Art getrennt werden kann. Nach den bisherigen Versuchen sollen etwa 5 % lufttrockene Faser aus dem Lupinenstroh gewonnen werden. In der ausgereiften Lupine ist nach den bisherigen Beobachtungen die Faser in der größten Menge und in der besten Beschaffenheit vorhanden. Danach würde also der Körnerbau bei der zur Fasergewinnung angebauten Lupine nicht weiter beeinträchtigt. Vor allem aber könnte das Stroh ohne Schaden für die Faser auch mit der Maschine gedroschen werden. Das Verfahren selbst ist so einfach, daß man mit der Einrichtung von Hof zu Hof fahren kann, um die Faser von dem Stroh zu trennen. In der Kriegszeit ist die Lupine zunächst erneut und in verstärktem Maße zur Herstellung eiweißreichen Futtermehls verwandt worden und hat dadurch u. a. der Futterversorgung wesentlich genützt. Die Lupinen werden nach dem Verfahren von *Petersen* (einer Nachbildung des älteren Kellnerschen) getrocknet und gemahlen. Das entbitterte Mehl enthält 40—50 % Eiweiß, 4—5 % Fett und 20—30 % Kohlehydrate. Der Bitterstoff ist bis auf 0,1 % entfernt. Das so gewonnene eiweißreiche Futtermehl wird im Gemenge mit eiweißarmen Futterstoffen verwandt und hat sich bei zahlreichen Versuchen als wohlbekömmlich und leicht verdaulich erwiesen. (Nach den Veröffentlichungen des preuß. Landw.-Ministeriums.) Nach diesen ist die Lupine in bezug auf den Boden sehr anspruchslos und kann vor allem schon auf den leichtesten Sandböden gebaut werden. Alle sauren und humosen Böden, ebenso alle schweren nassen Böden sollen ihr jedoch nicht zusagen. Auch wird betont, daß sie gegen zu hohen Kalkgehalt *sehr* empfindlich sei. Dies stimmt nach unseren eigenen Erfahrungen nicht vollständig. Die Lupinen, selbst die gelbe, entwickeln sich beim wiederholten Anbau auf der gleichen Fläche oder beim ersten Anbau mit geeigneten Impfungen auch auf vielen schweren Böden, sogar auf schwersten Tonböden und auch auf Moorböden ganz vorzüglich. Sie wachsen oft noch viel üppiger als auf den geeignetsten Sandböden. Nach unseren Erfahrungen ist bei geeigneten Maßnahmen auch eine Kalkempfindlichkeit in vielen Fällen nicht mehr vorhanden; auch wird eine solche in manchen Fällen durch andere Ursachen nur vorgetäuscht. Leichte Sandböden sind namentlich im Norden und Osten des Reiches in weiten Flächen vorhanden. Die Anbaumöglichkeit der Lupine ist daher eine überaus große. Ihr Anbau ist neben dem Krallenkleebau (Anbau der *Serradella*) in erster Linie zur Verbesserung der leichten Sandböden von unschätzbarem Werte. Die Lupine ist obendrein eine ausgezeichnete Vorfrucht, auch wenn sie nicht unmittelbar zur Gründung angebaut wird: Sie ist nicht nur ein vorzüglicher Stickstoffsammler, sondern auch ein guter Tiefwurzler. Wo es im Boden an Nährstoffen fehlt, sind reichliche Kali- und Phosphorsäuregaben für ihre Entwicklung sehr wichtig. Die bei uns am meisten angebauten Lupinenarten sind die gelbe und die blaue (*Lupinus luteus* und *L. angustifolius*). Die weiße Lupine (*L. albus*) wird bei uns in Deutschland nur wenig, meist nur in wärmeren Lagen, angebaut. Diese Lupine reift bei uns nur selten aus. Sie zeigt aber die kräftigste Entwicklung und bildet sehr üppiges Blattwerk aus. Die Stengel werden nach den Mitteilungen d. preuß. Landw.-Ministeriums bis zu 1½ m lang. Wir selbst konnten auf Lauchstedter Lößlehmb-

boden schon weit größere Pflanzen (meist 2 m bis 2,20 m hoch) ziehen. Wenn die weiße Lupine auch nur selten bei uns zur Reife kommt, so ist sie vielleicht zur Fasergewinnung doch ganz gut geeignet. Als Nachteile ihres Anbaues dürfen allerdings ihre starke Verholzung und das teure Saatgut nicht unerwähnt bleiben. Eine ausdauernde Lupine (*L. polyphyllus*) wird bei uns in Gärten als Zierpflanze, neuerdings aber auch zur Gründung im Obstbau und in der Forstwirtschaft (hier besonders zur Unterstützung junger Fichtenbestände) verwandt. Soweit Saatgut noch zu beschaffen ist, sind weitere Versuche über die Lupinen als Faserpflanzen jedenfalls sehr erwünscht. Aber nicht nur die Fasergewinnung als solche ist von Belang, sondern auch die Erntezeit und die Art der Ernte. Auch eine Beteiligung der Gewebeindustrie an den Versuchen wäre erwünscht, um die *beste Art* der Fasergewinnung und der Verwendung zu erproben. Diese Fragen sind nicht nur für die Kriegszeit, sondern auch für die Zukunft für unsere Industrie von großer Bedeutung.
B. H.

Die Brennessel als Faserpflanze. Nach den bisherigen Mitteilungen kann neben anderen Pflanzen (s. unten) auch die *Brennessel* recht gut als Ersatz für die uns jetzt fehlende Baumwolle verwertet werden. Jedenfalls kann mit ihrer Hilfe *ein* — vorläufig freilich nur ein kleiner — Teil der Rohstoffe für unsere Tuchindustrie gedeckt werden. Nach jahrelangen Vorarbeiten ist es Prof. Dr. O. Richter in Verbindung mit F. Pick in Wien gelungen, das Brennesselproblem befriedigend zu lösen. Die Trennung der Fasern mit stärkstem Ammoniak glückte ihm schon vor etwa 15 Jahren, allein gewerbliche Bedeutung konnte das Verfahren wegen der sehr hohen Unkosten zunächst nicht gewinnen. Weiterhin konnten auch schon mit verdünntem Ammoniak und selbst mit Spuren von Ammoniak günstige Erfolge erzielt werden. Schließlich stellte es sich bei den weiteren Untersuchungen heraus, daß man auch schon mit Wasser und einem der Flachsrotte ähnlichen Verfahren zum Ziele gelangen kann. Näher kann auf das Verfahren aus Mangel an Raum hier nicht eingegangen werden. Erwähnt sei, daß man nach Richter auch verschiedene Nebenerzeugnisse bei der Aufbereitung der Faser gewinnen kann, nämlich etwas Zucker aus den Stengeln, ferner aus den Samen das zu verschiedenen Zwecken gebrauchte Nesselwasser und das sog. Chinagrün zum Färben von besseren Schnäpsen. Im übrigen sollen die Auszüge von Nesselsamen das Eierlegen der Hühner auffallend fördern. Das Stengelstroh wurde nach Richter bei vorläufigen Fütterungsversuchen von Kühen und Ochsen mit einer vorzüglichen Freßlust genommen und den für gewöhnlich gereichten Futterstoffen in auffallender Weise vorgezogen. Dies kann unserer Ansicht nach in erster Linie mit dem großen Gehalte der Brennessel an Kalk zusammenhängen. Im übrigen sind aber Stroh und besonders die Blätter der Brennessel auch sehr stickstoffreich, eiweißreich.

Schon vor langer, langer Zeit wurden die Entwicklungsbedingungen der Brennessel und die Fasergewinnung auch bei uns in Deutschland von verschiedenen Forschern näher untersucht, in neuerer Zeit u. a. besonders von *Bouché* im Botanischen Garten in Berlin. Mit *Deining* und *Grote* zusammen arbeitete er an einer vorteilhaften Fasergewinnung und machte die Öffentlichkeit unermüdlich auf die große volkswirtschaftliche und völkische Bedeutung der Brennesselverwertung aufmerksam. Vor bald 40 Jahren wurde sogar schon eine

eigene Behörde, der Deutsche Ausschuß für einen regelrechten Anbau der Nessel und für die Förderung der gewerblichen Verwendung und Verwertung der Nesselfaser, eingesetzt. Aber das sicher wirkende und genügend billige Mittel zur Trennung der Faser wurde damals noch nicht gefunden, und selbst dann noch nicht, als von der deutschen Regierung besondere Preise ausgeschrieben wurden. Immerhin konnten von verschiedenen Forschern schon wichtige Beobachtungen über die Entwicklungsbedingungen der Nessel gemacht werden, auf die hier aber im einzelnen (aus Mangel an Raum) nicht näher eingegangen werden kann. Es mag jedoch auf ihr Vorkommen und auf die wichtigsten Standortsverhältnisse draußen in der freien Natur besonders hingewiesen sein. Wenn man sich in den Bergen, vor allem im Gebiete unserer Alpen, oder auch in den Auwäldern unserer Flüsse und Seen umsieht, so muß man oft über die gewaltige Höhe und den massigen Wuchs dieser Faserpflanze staunen. Sie liebt jedenfalls eine geringe Beschattung und liefert bei reichlicher Bodenfeuchtigkeit auffallend hohe Erträge. Nach *Molisch* soll die Brennessel selbst die kleinsten Mengen Stickstoff (Salpeter) im Boden auszunützen vermögen. Unter Berücksichtigung ihres Wachstums in feuchten Lagen dürfte jedoch nach unserer Ansicht der Ammoniakstickstoff und Amidstickstoff ihr wahrscheinlich besser als der Salpeterstickstoff zusagen. Für einen etwaigen Massenanbau und gute Ernteergebnisse werden jedenfalls nur stickstoffreichere oder mit N gut gedüngte Böden in Betracht kommen. Immerhin könnte man auch auf nährstoffärmeren, vor allem N-ärmeren Böden Anbauversuche einleiten. In Österreich hat man schon umfangreiche Maßnahmen für den regelrechten Anbau getroffen. Da aber dort der Boden bei weitem noch nicht derartig ausgenützt ist, wie in den meisten Gegenden unseres Reiches, so kann ihr Anbau da auch sehr leicht und unbedenklich in größerem Umfange versucht werden, um so mehr, als in den Flußniederungen, in den Alpentälern und an den Berghängen große Flächen für den Nesselbau herangezogen werden können. Besonders wichtig wäre hierbei auch die bessere Ausnützung vieler Ödlande-reien, die bisher völlig brach lagen. Vielleicht ließen sich auch viele Eisenbahndämme mit oft nur sehr schlechtem Graswuchs besser ausnützen. Bei uns wird man von *umfangreicheren* Versuchen mit dem regelrechten Anbau der Brennessel auf bereits urbar gemachten Böden zunächst jedenfalls absehen, zumal man bei uns im Flachs und Hanf schon lange gut erprobte und wirtschaftlich vorzüglich bewährte Faserpflanzen in größerem Umfange anzubauen pflegt. Auch wird die Anbaufläche dieser Pflanzen 1916 erheblich größer sein als bisher. Trotzdem wird aber gar mancher auch den regelrechten Anbau der Nessel nicht unterlassen und ihn je nach den weiteren Erfahrungen über die Entwicklung der Pflanzen und die Güte der gewonnenen Faser zu fördern suchen. Ihr versuchsweiser Anbau verdient jedenfalls volle Beachtung, wenn auch verschiedene andere bei uns heimische Pflanzen, wie Hopfen, weißer Steinklee, Besenpfrieme, Besenstrauch u. a. nach *Richter* noch als gute und ergiebige Faserpflanzen herangezogen werden können. Wie schon in dieser Zeitschrift berichtet wurde, wird man möglicherweise auch mit der Lupinenfaser gute gewerbliche Erfolge erzielen können. Die überaus hohe Bedeutung all dieser Versuche für unser Tuchgewerbe und unsere ganze Volkswirtschaft jetzt und später ist jedenfalls nicht zu verkennen.

B. H.

In der gegenwärtigen Zeit ist nicht nur die wirtschaftlichste Ausbeutung aller Rohstoffe notwendig, sondern auch die bei deren Verarbeitung sich ergebenden Nebenprodukte müssen im weitesten Maße nutzbar gemacht werden. Über die **Verwertung der Nebenprodukte der Bierfabrikation** berichtet Prof. Ing. E. *Weinwurm* (*Dinglers Polyt. Journal*, 97. Jahrg., Heft 6, Bd. 331). Die in der Brauerei verwendete Gerste besitzt eine viel größere Menge an Eiweiß als in dem aus ihr erzeugten Bierquantum enthalten ist, so daß von der Keimung der Gerste bis zum Ausstoß des fertigen Bieres sich eine Anzahl wertvoller, eiweißreicher Nebenprodukte ergibt. Sie sind alle gut verdauliche Futtermittel, und einzelne derselben fanden in der Landwirtschaft stets Verwendung, während gegenwärtig durch die Futtermittellnot allen eine erhöhte Bedeutung für die Erhaltung des Viehstandes zukommt. Diese Nebenprodukte sind aber mit Ausnahme der Malzkeime derart wasserreich, daß ein Aufbewahren derselben unmöglich ist, weshalb ihre Verfütterung bald erfolgen muß. Durch in neuerer Zeit konstruierte Trockenapparate kann man sie nach Bedarf in Dauerwaren verwandeln, sie lange lagern oder weit versenden. Als erstes Nebenprodukt erscheinen die während der Keimung sich bildenden „*Malzkeime*“. Durch den Darrprozeß wird deren Wassergehalt auf einige Prozente herabgesetzt. Sie werden bei dem Putzen des Malzes von dem Korn abgetrennt und zählen infolge ihres Eiweißgehaltes von 23 % oder noch mehr zu den eiweißreichsten Futtermitteln. Hierbei ist ein Wassergehalt von beiläufig 9 % gedacht. Außerdem enthalten sie noch bedeutende Mengen (über 40 %) von stickstofffreien Extraktstoffen, Holzfaser, Fett und Asche. Während des Maischprozesses werden alle extrahierbaren Bestandteile des Malzes ausgezogen, und es verbleiben nach der Filtration der Würze die *Biertreber*. Sie sind infolge ihres Gehaltes an Eiweiß und stickstofffreien Extraktstoffen von alters her ein sehr geschätztes Viehfutter. Infolge ihres hohen Wassergehaltes (gegen 80 %) gehen die Treber leicht in Zersetzung über, weshalb sie aus der Braustätte hinausgeschafft werden müssen, da die sich in ihnen entwickelnden Bakterien eine Gefahr für die Haltbarkeit des Bieres bilden. Nur durch Aufstellung von *Trebertrockenapparaten* ist man imstande, dieser Zersetzung vorzubeugen. Derartige Trockner nehmen zuerst eine Abpressung der aus dem Betrieb gelangenden Naßtreber vor, wodurch ihr Wassergehalt auf beiläufig 40 % herabgesetzt wird. Der eigentliche Trockner besteht aus einem liegenden, rotierenden Stahlrohrbündel, das von Dampf durchströmt, eine große Heizfläche darbietet und in einer Stahlmulde liegt. Im Apparate besorgen Schaufeln das Emporwerfen und Weiterbefördern der Treber bis zur Ausfuhröffnung. Prof. *Weinwurm* gibt eine kurze Beschreibung nebst Skizze einer Ponndorfschen Trebertrockenanlage und führt auch den Trebertrockner „*Sesto*“ der Maschinenfabrik Soest & Co. in seinen wichtigsten Bestandteilen an. Aus einer beigelegten Analyse von Trockentrebern nach *Dietrich* und *König* geht deren Wassergehalt von bloß 9½ %, ein Eiweißgehalt von 20,6 % und ein Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen von 42,2 % hervor. Die Trockentreber zählen demnach zu den Kraftfuttermitteln, dienen schon lange als gutes Futter für Zugtiere und Kühe und spielen bei der gegenwärtigen Futtermittellnot eine große Rolle. Sie werden jetzt auch für Pferde verwendet, um einen durch zu geringe Haferfütterung entstehenden Eiweißmangel nicht eintreten zu lassen. Im weiteren Verlaufe der Biererzeugung wird die von den Trebern gelangende Würze mit

Hopfen gekocht, worauf die ganze Flüssigkeit den Hopfenseiher passiert, in welchem der ausgekochte Hopfen zurückgehalten wird. Für gewöhnlich wurde dieser auf die Dungstätte getan; gegenwärtig soll er wegen seines Eiweißgehaltes ebenfalls getrocknet und durch Zusatz zu andern Futtermitteln nutzbar gemacht werden. Die *getrockneten Hopfentreiber* enthalten 23 % Eiweiß, 37 % stärke- und zuckerhaltige Stoffe, 25 % Rohfaser und 3—4 % Fett. Aus dem Hopfenseiher fließt die heiße Bierwürze auf die Kühle und scheidet während des Abkühlens das sogenannte *Kühlgeläger*, auch *Trub* geheißen, aus. Gemäß nachstehender Analyse von *Wločka* enthält die Trockensubstanz des Kühlgelägers über 42 % Eiweiß, über 14 % Fett und Hopfenharze, über 35 % stickstofffreie Extraktstoffe und gegen 5½ % Rohfaser. Demnach kann auch das Kühlgeläger als eiweißreiches Kraftfuttermittel Verwertung finden. Die gekühlte und mit Hefe versetzte Bierwürze wird der Gärung unterworfen, in deren Verlauf sich die Hefe sehr stark vermehrt, und da man nur einen Teil der Hefe zum Hervorrufen neuer Gärung benötigt, so sind große Mengen dieses äußerst eiweißreichen Materials in den Brauereien ohne Verwendung. Viel Hefe, Eiweißkörper und Hopfenharze enthält auch das während der Lagerung des Bieres sich bildende *Faßgeläger*. Die großen Brauereien verwerten die überschüssige, als Nebenprodukt erscheinende Hefe seit den letzten Jahren in nutzbringender Weise, indem sie aus derselben *Trockenhefe* darstellen. Trockenhefe enthält 50—55 % Eiweiß, welches zu $\frac{9}{10}$ verdaulich ist, 25—30 % stick-

stofffreie Extraktstoffe, welche fast ganz verdaulich sind, 2—3 % Fett und 6—8 % Wasser. Zur Überführung der Naßhefe, welche im abgepreßten Zustande 75 %, im dickbreiigen Zustande 85 % Wasser enthält, dienen Trockenapparate, sogenannte Ein- und Zweiwalzentrockner, deren Walzen innen mit Dampf geheizt werden. In der vorliegenden Arbeit gelangen der Einwalzentrockner der Maschinenfabrik *Louis Soest*, der „Großflächenwalzentrockner“ der Maschinenfabrik *Max Oschatz* zur Besprechung. Von Zweiwalzentrocknern werden genannt: jener der *Trocknungsanlagen-Gesellschaft „Tätosin“* nebst andern. Der Trockenapparat der Maschinenfabrik *Paßburg* besitzt Trockenwalzen, welche sich im Vakuum bewegen. Mit sämtlichen Hefetrocknenapparaten ist man auch imstande, Trub und Faßgeläger zu trocknen. Da die Aufstellung eines Trockenapparates aber erst bei einer Jahreserzeugung von mehr als 50 000 Hektoliter Bier rentabel wird, so ist behufs Ausnützung der Überschufhefe der Zusammenschluß naheliegender Brauereien notwendig. Die Verfütterung der Trockenhefe geschieht sowohl an Pferde als Wiederkäuer. Da sie im entbitterten Zustande auch für den Menschen ein hochwertiges Nahrungsmittel vorstellt, so wird die Überschufhefe der Brauereien jetzt vielfach auf die viel höher bezahlte Nährhefe verarbeitet. Futterhefe, getrocknete Hopfentreiber und getrockneter Trub sollen mithelfen die in Friedenszeiten eingeführten ausländischen Ölkuchen zu ersetzen.

W.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

27. April.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Planck*.

Herr *Waldeyer* spricht über *Intraparietálnähte*. (Erscheint später.) Es werden eine größere Anzahl neuer Fälle von geteilten Scheitelbeinen beim Menschen und bei Affen beschrieben. Das verhältnismäßig häufige Vorkommen von Dreiteilung des Parietale bei Affen wird festgestellt, ebenso das nicht seltene Vorkommen einer Vertikálnaht bei Affen. Auch die Entwicklung des Scheitelbeins und die über die Bedeutung der intraparietalen Nähte aufgestellten Theorien werden besprochen.

11. Mai.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Waldeyer*.

Herr *Fischer* spricht über *neue Galloylderivate der Glucose und ihren Vergleich mit der Chebulinsäure*. In Gemeinschaft mit Dr. *Max Bergmann* hat er nach dem kürzlich aufgefundenen Verfahren der teilweisen Aeylierung die Monogalloyl- und die Trigalloyl-glucose dargestellt. Letztere besitzt die allgemeinen Eigenschaften der Tannine, aber trotz der Ähnlichkeit in der Zusammensetzung zeigt sie doch so große Verschiedenheit von der natürlichen Chebulinsäure, daß diese eine andere Struktur haben muß.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

6. Mai.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr *S. Finsterwalder* legt vor eine Abhandlung von Professor *E. v. Mccenseffy* über: *Die Bildbezie-*

hungen zwischen Kegelschnitten, die einander nach höherer als 1. Ordnung berühren. Es werden mittels Kontinuitätsbetrachtungen die Ausartungen der 12 zentrischen Kollineationen, welche 2 Kegelschnitte mit 4 reellen Schnittpunkten ineinander überführen, abgeleitet und diese Sonderfälle zur Konstruktion von Kegelschnitten mit gegebenem Krümmungskreis verwendet. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

2. Herr *S. Finsterwalder* spricht über: *Flächenteilung mit kürzesten Grenzen.* Soll ein berandetes ebenes oder krummes Flächenstück nach gegebenen Verhältnissen so geteilt werden, daß die Länge sämtlicher Teilungslinien möglichst klein wird, so gelten folgende Sätze: 1. die Teilungslinien stehen senkrecht zum Rand der Fläche; 2. sie treffen sich an der Grenze dreier Felder unter Winkeln von 120°; 3. sie sind Kurven konstanter geodätischer Krümmung, die jedoch in den verschiedenen Stücken der Teilungslinien zwischen je zwei benachbarten Ecken wechselt; 4. den einzelnen Teilungsfeldern kommen Zahlen zu, deren Differenz an der Teilungslinie zweier benachbarter Felder der geodätischen Krümmung jener Teilungslinie gleich ist; 5. die Summe der geodätischen Krümmungen von drei in einer Ecke zusammenstoßenden Teilungslinien ist stets gleich Null.

Bei der Teilung ebener Figuren sind die Teilungslinien Kreisbogen. Die Eigenschaft eines Systems von Kreisbogen, kürzeste Teilungslinien eines ebenen Flächenstückes zu sein, ist invariant gegenüber ebener und räumlicher Inversion und überträgt sich sinngemäß auf die Kugel. Es wird die Zwei- und Dreiteilung des Dreiecks und des Kreissektors untersucht und aus den Ergebnissen die Gleichteilung der Kreisfläche und der Kugeloberfläche in 2 bis 12 Teile mit geringster Teilungslänge erschlossen. Als Beispiele der Teilung in eine größere Anzahl gleicher Teile wird die Neunzehnteilung der Kreisfläche, sowie die Teilung der Kugel in 20, 32, 42 und 92 gleiche Felder gegeben.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft;
Band XXXIV, Heft 3, 1916.

(Ausgegeben am 27. April 1916.)

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 4: Über organische Kalkkugeln und über Kieselkörper bei Capparis; von H. Molisch. (Mit Tafel I.) Im Blattstiel, der Blattspreite und im Stengel von *Capparis callosa* finden sich zweierlei auffallende Inhaltskörper: die einen bestehen aus einer organischen Kalkverbindung, die anderen der Hauptsache nach aus Kieselsäure. Die Eigenschaften beider Inhaltskörper und ihre Verteilung im Blatte werden genauer beschrieben.

Zur Mikrochemie der Droseraceen; von M. Fünfstück und R. Braun. Das von Molisch in *Dionaea muscipula* nachgewiesene Vorkommen eines kristallisierenden Gerbstoffes wird bestätigt, ferner daneben ein höchstwahrscheinlich in die Gruppe der Juglone gehörender Körper nachgewiesen. Letzterer fand sich auch in großer Menge in *Drosera binata*, während hier der von Molisch in *Dionaea* aufgefundene Körper wider Erwarten nicht vorhanden war. Ob er in allen Entwicklungsstadien fehlt, soll durch weitere Untersuchungen festgestellt werden. Das Vorkommen von Juglonen in *Drosophyllum* ist noch zweifelhaft, aber sehr wahrscheinlich. Die fraglichen Körper treten nicht kristallisiert, sondern in nicht selten sehr gesättigter Lösung auf. An welchen Zellinhalt sie gebunden sind und welche Bedeutung sie für den Stoffwechsel haben, ist noch unbekannt.

Die Allinante. Zugleich eine Antwort auf die Darstellung von Guillermond im 32. Bande dieser Berichte, S. 282; von Arthur Meyer. Durch eine Notiz von Meves wurden 1914 die Chondriosomendefinition der zoologischen Histologen und die Chondriosomenmethode in die Botanik eingeführt. Der Erfolg war, daß man Trophoplasten, Zellsaftvakuolen und Allinante als „Chondriosomen“ auffaßte, bezeichnete und abbildete. Die Allinante sind ergastische Gebilde der Zelle, die aus einem chemischen Körper bestehen, welcher der Stoffgruppe der Alline angehört. Die mikrochemische Charakteristik der Alline wird gegeben und gesagt, daß die Alline vermutlich Eisennukleole seien. Sie dienen als Reservestoffe. Allinante sind zuerst von Zimmermann (1883) als „Granula“ bezeichnet und gut beschrieben worden. Es wird gezeigt, wie die Autoren, welche die drei ganz verschiedenen Gebilde als „Chondriosomen“, als Gebilde gleicher Art, auffaßten (z. B. Pensa und Guillermond), leicht zu allerhand Fehlschlüssen über das Wesen der Allinante kamen. Die Frage, ob die tierischen Chondriosomen den Allinanten analoge Gebilde sind, ist noch nicht sicher zu entscheiden, doch scheint es, daß auch sie wie die Allinante ergastische Reservestoffgebilde sind. Der Aufsatz ist eine Mitteilung aus dem Buche des Autors „Morphologische und physiologische Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere“, welches sobald wie möglich erscheinen soll.

Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen; von Friedl Weber. Giftige Gase (Ammoniak) dringen durch offene Stomata rascher ein als durch geschlossene und die Kutikula. Setzt man daher frische und angewinkelte Blätter für kurze Zeit Ammoniakdämpfen aus, so zeigen die frischen alsbald postmortale Verfärbungen, die angewinkelten Blätter bleiben unbeschädigt. Diese „Gasdiffusionsmethode“ gibt die besten Resultate bei roten Blättern, bei denen der Farbenumschlag des Anthokyanins in Blau momentan eintritt, wenn die Spaltöffnungen offen sind; sie läßt sich ferner mit Erfolg anwenden auch bei filzigen Blättern und Koniferennadeln.

Beiträge zur Kenntnis des Laubfalles; von E. Küster. Verfasser untersucht die Erscheinung, daß viele Pflanzen nach Entspréitung der Blätter die Stiele

abstoßen; besonders geeignet zur Untersuchung fand er in *Coleus hybridus*, der seine Blattstiele unter Umständen schon vor Ablauf von 24 Stunden nach der Operation abwirft. Die Ursache der Reaktion liegt nach Verfasser nicht in der Hemmung der Photosynthese oder der Verlangsamung des den Stiel durchfließenden Transpirationsstromes, sondern in der Störung chemischer Korrelationen.

Der Nektartropfen von Ephedra campylopoda C. A. Mey.; von Otto Porsch.

Zur geographischen Verbreitung der europäischen Lebermoose und ihrer Verwertung für die allgemeine Pflanzengeographie; von Karl Müller. Die Lebermoose, die bisher für pflanzengeographische Zwecke nicht verwendet wurden, weisen einen größeren Prozentsatz gleicher Arten in Europa und Nordamerika auf als die Phanerogamen. Sie besitzen im Gegensatz zu diesen und auch zu den Laubmoosen kein alpines Element und überhaupt keine Gebirgsendemismen. Man darf daraus auf ein hohes Alter der jetzt lebenden Arten schließen. Nur die tropischen Gattungen weisen in Europa und Nordamerika in der Hauptsache verschiedene Arten auf, was wohl auf frühere Unterbindung des Artenaustausches zurückzuführen ist. Zahlreiche Lebermoose besiedeln ein disjunktes Areal und liefern schöne Parallelen zu den schon von den Phanerogamen her bekannten Disjunktionen. Andere bieten neue pflanzengeographische Probleme.

Über den Bau der Spermatozoiden der Fucaceen; von Harald Kylin. Es wurde untersucht, „was ist Kern und was ist Plasma“ bei den Spermatozoiden der Fucaceen, und es hat sich erwiesen, daß der Kern die Hauptmasse bildet und von einer dünnen Plasmanschicht umgeben wird. In der Plasmanschicht liegt der stark orangefarbige Chromatophor (der Augenfleck). Solche Körnchen, die *Retzius* in den Spermien der niederen Tiere nachgewiesen hat, und die er sogar in den Spermatozoiden der Fucaceen glaubt nachgewiesen zu haben, sind nicht vorhanden. Einige Angaben über die Entstehung der Spermatozoiden werden auch gegeben.

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik; Band 57,
Heft 1, 1916.

Das Austreiben der Holzgewächse und seine Beeinflussung durch äußere Faktoren; von Othmar Kühn.

Untersuchungen über Wachstum und Formwechsel von Vegetationspunkten; von Otto Schüepp. Bei gleichmäßig fortwachsenden Sprossen entstehen die Blätter infolge eines periodischen Formwechsels des ganzen Vegetationspunktes. Die Dauer der Periode variiert stark (*Selaginella caesia* $\frac{1}{2}$ Tag, *Caryota urens* 4 Monate). Die Periodizität ist nicht abhängig von einem periodischen Wechsel der Außenbedingungen. Infolge eines von der Oberfläche des Vegetationspunktes ausgehenden Reizes vermehren sich die Oberflächenzellen ausschließlich, die oberflächennahen Zellen vorwiegend in der Richtung parallel zur Oberfläche. Dadurch entstehen Zellschichten (Dermatogen, Periblem, Plerom). Die Schichten wachsen stark in die Fläche und nur wenig in die Dicke; sie werden dadurch zur Faltung gezwungen. Der Formwechsel des ganzen Vegetationspunktes läßt sich so auf eine bestimmte Reaktionsfähigkeit der Einzelzellen zurückführen.

Über Blütenbewegungen und Tropismen bei Anemone nemorosa; von Henrik Lundegårdh.

Züchtungsversuche einiger in Schlamm lebenden Bakterien auf selenhaltigem Nährboden; von Widar Brenner. *Thiobacillus thioparus* Beijerinck konnte nicht mit Natriumselenid statt Schwefelverbindungen auskommen. Der neue *Micrococcus selenicus* wird durch seinen Stoffwechsel gekennzeichnet. Wachstum trat nur bei Anwesenheit von Natriumselenid oder gewissen anderen leicht reduzierbaren Verbindungen, die wahrscheinlich als Sauerstoffquellen dienen, ein. Zusatz

von Natriumselenid begünstigt das Wachstum sehr. Organischer Kohlenstoff ist, wenn auch in minimalen Mengen (z. B. Spuren Alkohol in der Luft), notwendig. Verschiedene C-Quellen wurden geprüft.

**Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie;
Band 115, Heft 3, 1916.**

Der Arterienverlauf auf der Zehnerkolbenstange von Cercus elaphus L. und sein Einfluß auf die Geweihform; von Ludwig Rhumbler. An Hand der Schilderung des anatomischen Verlaufes der Arterien auf den Geweihkolben des Rothirsches werden außer den früher (diese Zeitschrift 1914, Heft 7) ausführlicher mitgeteilten Erscheinungen auch die Ausladekrümmung der Hauptstangen, die Einwärtsbiegung der hochgekrümmten Sprossenspitzen sowie die Korrelation zwischen dem Wachstumsstillstand einer Sprosse und dem Hervorwachsen einer neuen Sprosse als von dem Arterienverlauf abhängig erkannt. Die Eissprosse ist den übrigen Sprossen nicht äquivalent, sondern entspricht einer zweiten seitlichen Geweihanlage, die von der Hauptstange adoptiert und ernährt worden ist, ehe sie sich zu einer selbständigen Stange entwickeln konnte.

Der Flugmechanismus der fliegenden Fische; von Fr. Ahlborn.

Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Mallophagen; von Henrik Strindberg. Die Embryonalentwicklung der Mallophagen (Gliricola und Gyrogyna) erfolgt wie bei den Isoptera (Termiden), was unzweifelhaft auf eine nähere Verwandtschaft hindeutet. Letzteres gilt auch für mehrere Organe, z. B. die Geschlechtsorgane, deren ektodermale Teile vor allem beim ♂ sehr viel komplizierter gebaut sind: Es handelt sich allerdings um eine intersegmentale (♂) oder segmentale (♀) Einstülpung der Hypodermis, die beim ♂ eine Ringfalte bildet und durch sekundäre Falten eine komplizierte Organisation erhält. Ein Penis ist sehr gut entwickelt und durchläuft larval ein ausgesprochenes Termidenstadium. Die Anlage der ektodermalen Geschlechtsteile ist sowohl beim ♂ als beim ♀ eine unpaare Hypodermisverdickung.

Epibdella steingröveri n. sp.; von Ludwig Cohn.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 2/3, 1916.

Die Metamorphose des Gelbrands (Dytiscus marginalis L.); von Hans Blunck.

Über drei für den Genfer See noch nicht bekannte Cladoceren; von Hans Almeroth. 1. *Alonopsis elongata* G. O. Sars: findet sich im Genfer See im Litoral stets häufig. Fundorte: Im Hafen der Villa Bartholony bei Versoix, Creux de Genthod Hafen der Villa Maillart bei Creux de Genthod; südlich der Pointe de la Bise bei La Belotte. Im „grand lac“ wies ich das Tier bei Lutry nach. 2. *Ceriodaphnia quadrangula* OTM. Niemals häufig, nur vereinzelt. Fundorte: Hafen der Villa Maillart bei Creux de Genthod, Lutry. — Liboral. 3. *Macrothrix laticornis* Jurine: Vereinzelt im Schlamm auf dem Seegrund. Litoral. Fundort: Südlich der Pointe de la Bise bei La Belotte.

Biologische Notizen über Praunus flexuosus (Müll.); von Ph. Depdolla. Die Arbeit teilt einige biologische Beobachtungen mit, die bei der Untersuchung der genannten Mysidee im Berliner Aquarium gemacht wurden. Sie behandelt die Nahrungsaufnahme, die Bewegungen, die Sinneswahrnehmungen, die Fortpflanzung und die Häutung. Leider war auf keinem der genannten Gebiete eine gewisse Vollständigkeit der Beobachtungen zu erreichen.

Eine neue Allothrombium- und eine neue Eutrombidiumart; von Anton Krausse. Allothrombium Franklini-Muelleri n. sp. stellt wegen zweier weißer Flecken auf dem Abdomen eine sehr auffällige Art dar; sie stammt aus Britisch-Ostafrika. — Eutrombidium Diecki n. sp. ist eine durch ihren eigenartigen Abdominalscheitel bemerkenswerte Samtmilbe; sie

wurde auf Korfu erbeutet. — 8 Textfiguren veranschaulichen die wichtigsten Merkmale der beiden Samtmilben.

Freilebende Nematoden aus Nowaja Semlja; von G. Steiner. Es ist dies eine Fortsetzung des im 46. Bd. derselben Zeitschrift erschienenen Aufsatzes „Beiträge zur geographischen Verbreitung freilebender Nematoden“. Die behandelten Tiere bilden die Ausbeute aus einer Spülprobe eines Moosrasens. Die gefundenen Formen gehören mit Ausnahme von 2 neuen Arten auch der mitteleuropäischen Fauna an, ein neuer Beweis für die kosmopolitische Verbreitung freilebender Nematoden und der Mooslebewelt.

Oochoristica truncata Krabbe; von Eduard Rudin. Oochoristica truncata Krabbe ist die zweite Oochoristicaform, die nach einem schon durch die Beschreibung Zschokkes von O. rostellata bekannten Typus gebaut ist. Dieser Typus unterscheidet sich von dem der anderen Oochoristicaformen und ist möglicherweise charakteristisch für die Spezies aus Reptilien. Er ist gekennzeichnet durch die queroblongen Glieder, die eigentümlich komplizierte Längsmuskulatur, die Konzentration der Hodenfollikel auf dem Hinterrand der Proglottis, endlich durch die streng bilaterale Ausbildung des Exkretionssystems, das aus je zwei dorsalen und ventralen, stark aufgewundenen Kanälen mit bestimmt ausgebildeter Querkommissur besteht.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 4, 1916.

Oochoristica truncata Krabbe; von Eduard Rudin. (Fortsetzung.)

Zwei neue Wassermilben der Gattung Neumania; von F. Koenike. Es werden 2 neue Neumaniaarten aus der wassermilbenreichen Fauna der Umgegend Bremens bekanntgegeben. In der einen (N. agilis n. sp.) handelt es sich um eine Bachform, in der anderen (N. sinuata n. sp.) um eine Bewohnerin eines stehenden Gewässers. Beide Formen zeigen Anklänge an N. vernalis (O. F. Müller). Es gelang vorderhand, beide Arten nur in je 1 Geschlecht zu erbeuten.

System und Stammesgeschichte der Melitodidae; von W. Kükenthal.

Über eine neue kroatische Samtmilbe (Microtrombidium langhofferi m.); von Anton Krausse. Aus Berleses Microtrombidiumsubgenus Enemothrombium werden die Arten mit gekrümmten, zweikammerigen Papillen in ein neues Subgenus — Campylothrombium — untergebracht. Eine neue, hierher gehörende Art — Microtrombidium (Campylothrombium) langhofferi — aus Kroatien wird beschrieben unter Beifügung von 6 Textfiguren.

Das Männchen des Dorylaimus lugdunensis de Man; von G. Steiner. Das bis heute unbekannte Männchen dieser Art wird beschrieben. Es besitzt wie das Weibchen einen verlängerten Schwanz, eine bei dem Genus Dorylaimus relativ seltene Erscheinung.

Germania zoogeographica; von Karl W. Verhoeff.

**Archiv für Naturgeschichte, Abteilung A;
Heft 6, 1915.**

(Ausgegeben im Januar 1916.)

Revision der Gattung Lampides auf Grund anatomischer Untersuchungen; von H. Fruhstorfer. Die Morphologie der Generationsorgane dieser indo-australischen Lycaenidengruppe wird als völlig neu erschlossen, eine Neugruppierung der Spezies ermöglicht, deren geographische Verbreitung festgestellt und die bisherige Artenzahl vermindert, dagegen eine nova species und 72 geographische Rassen neu aufgestellt.

Die Lagriinae (Unterfamilie der Lagriidae); von F. Borchmann.

**Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen;
Band 42, Heft 1, 1916.**

Über rückläufige Entwicklung: I. Die Rückbilder der transplantierten Augenlinse. II. Über Umbildung des Hautepithels bei Urodelenlarven; von Alfred Fischel.

Die Pigmentierung der Farbenrassen von Mus musculus und ihre Beziehung zur Vererbung; von Fritz Werneke.

Über experimentelle Erzeugung von Epithelwucherungen; von Ludwig Waelsch.

Pflanzenanatomische Strukturbilder in trocknenden Kolloiden; von A. Lingelsheim. Behandelt die auffällige Ähnlichkeit durch Trocknen entstehender Bilder in verschiedenen Kolloiden mit Anordnung und Ausgestaltung gewisser Zellen im Pflanzenkörper. Im ersten Teil werden „Radiale Sprungsysteme und konzentrische Zonungen“ besprochen, erstere mit der Markstrahlbildung im Stamm der Holzgewächse in Zusammenhang gebracht, letztere mit der Jahresringbildung verglichen. Der zweite Abschnitt „Netzstrukturen“ weist auf Übereinstimmung eigentümlicher Mikrostrukturen in trockenem Hühnereiweiß mit gewissen Verdickungsformen pflanzlicher Zellmembranen, insbesondere der Netz- und Tüpfelgefäße, hin. Die mitgeteilten Tatsachen werden durch 2 Tafeln veranschaulicht. Die erwähnten Zonungen sowie die sehr komplizierten Netzstrukturen dürften für die Physik der Kolloide neu sein.

Bemerkungen über die Beziehungen der Bastardierung zur Transplantation; von D. v. Hansemann. Im Anschluß an einen Artikel von Walter Schultz über den gleichen Gegenstand berichtet der Verfasser, daß er schon vor Jahren gleiche Versuche angestellt hat und auch zu den gleichen Resultaten gekommen ist, daß Transplantationen von Haut nur bei Tieren gleicher Art gelingen oder bei solchen, zwischen denen Bastarde möglich sind. Die betreffenden Versuche sind mitgeteilt in dem Buche des Verfassers „Deszendenz und Pathologie“, Berlin 1909, bei A. Hirschwald, S. 78.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 1, 1916.

Die Bedeutung der Farbensinnstörungen für den Seemannsberuf und ihre Erkennung; von Podestà. Gemeinverständliche Darstellung des Wesens der angeborenen Farbensinnstörungen (Farbenblindheit, Farbenschwäche), nach einleitenden Bemerkungen über das normale Farbensehen, die Theorien der Farbenempfindungen (Dreifarbentheorie) und ihre Beeinflussung durch Nebenumstände (Dämmerungssehen, Kontrastwirkungen). Erörterungen über die Häufigkeit des Vorkommens von Farbensinnstörungen, ihre praktische Bedeutung und die Wichtigkeit ihrer Feststellung im allgemeinen und ihre Bewertung für den Seemannsberuf im besonderen. Besprechung und Beurteilung der zurzeit gebräuchlichsten Methoden zur Prüfung des Farbensinns und Erkennung von Farbensinnstörungen. Empfehlung von neuen, besonders zu Massenuntersuchungen geeigneten Wandtafeln zur Prüfung des Farbensinns (bei L. Friederichsen & Co., Hamburg), deren Prinzip neben der Anwendung von Verwechslungsfarben in der Verwertung der Helligkeitsunterschiede von Farbtönen ein und derselben Farbe besteht.

Die Eisverhältnisse des Winters 1914/15 in außerdeutschen europäischen Gewässern; von G. Reinicke. Schluß und Eröffnung der Schifffahrt in den schwedischen Gewässern sind unter Hervorhebung des Kriegswinterverkehrs dargestellt. Von russischen Gewässern werden einige aus gelegentlichen Meldungen abgeleitete Daten gebracht. Die deutschen und holländischen Gewässer sind nach amtlichen Angaben dieser Länder kurz behandelt, und endlich sind aus Pressemeldungen von norwegischen Gewässern, von Island, von Archangel und dem Weißen Meere, und vom Schwar-

zen Meere solche Nachrichten zusammengestellt, aus denen sich für die Schifffahrt Folgerungen ziehen lassen.

Der Mittagshafir und -halazun von Abul Hassan. Die älteste Meßkarte zur Bestimmung von Sonnenhöhen; von A. Wedemayer.

Theoretische Überlegungen über Seespiegelschwankungen in Seen und Meeresbuchten; von A. Defant.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland. 3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands. (Amtlich.)

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 3, 1916.

Die Tafeln der Meridionalteile; von A. Wedemayer.

Zur Frage der Verdunstung; von W. Schmidt. Die ausgesprochene Abhängigkeit der Verdunstungsmessungen von den äußeren Bedingungen wird unter neuem Gesichtspunkt, nämlich unter dem von Energieumsätzen, betrachtet. Dabei ergeben sich so verwickelte und noch nie in ihrer Gesamtheit berücksichtigte Einflüsse, daß die Frage der Verdunstung überhaupt keine eindeutige Lösung zuläßt; es müßte denn eine neue, engere Definition aufgestellt werden. — Im besonderen ließen sich die wahrscheinlichen Korrekturen bestimmen, die an Messungen der Verdunstung im Ozean anzubringen wären. Die Beobachtungen an Bord müßten danach immer etwa das Doppelte des tatsächlichen Wertes der Verdunstung geliefert haben. Bringt man diese Reduktion an, so kommt man auch da zu wesentlich niedrigeren Zahlen, solchen, die ganz gut mit den aus Strahlungsverhältnissen allein gefolgerten übereinstimmen.

Bodenbewegungen der Niederlande; von A. v. Horn.

Der niederländische Atlas der Ozeanographie und Meteorologie des Indischen Ozeans; von G. Schott. Einen Atlas der ozeanographischen und meteorologischen Verhältnisse des Indischen Ozeans hat 1914 das Kgl. Niederländische Meteorologische Institut in die Bilt bei Utrecht mit dem letzten Quartal für die Monate März bis Mai abgeschlossen, nachdem die drei anderen Quartale schon 1908, 1911 und 1913 herausgegeben worden waren. Der Atlas enthält Karten der Strömungen, Winde, Luft- und Wassertemperaturen, Eisgrenzen, Dampfer- und Seglerwege u. a. m. im Bereiche dieses Ozeans; da in keinem Meere der Erde die jahreszeitlichen Änderungen der Naturverhältnisse so stark sind wie in den indischen Gewässern — man denke z. B. an die Monsune —, so liegt die Notwendigkeit einer auf die einzelnen Monate eingehenden Darstellung auf der Hand. Die Karten beruhen zum weitestgehenden Teile auf den an Bord holländischer Schiffe im Laufe der letzten 50—60 Jahre gemachten Beobachtungen, sind also durchaus originaler Natur und stellen unsere augenblicklichen Kenntnisse über die Meereskunde und Witterungskunde jener Gegenden vorzüglich dar. Gesamtpreis für 4 Hefte Atlas und 4 Hefte Text (Tabellen) ist fl. 25. Auch von deutscher Seite (*Deutsche Seewarte* in Hamburg) ist hinsichtlich der gleichen Naturverhältnisse der Indische Ozean in 2 großen Veröffentlichungen neuerdings wieder behandelt worden, auf Grund der deutschen Schiffsbeobachtungen: in einem eigenen Atlas der Meeresströmungen (24 Blatt, Hamburg 1913, M. 15,—) und in den „Monatskarten“ (12 + 1 Blatt, 2. Auflage, Hamburg 1914, M. 12,—). Dagegen hat in den letzten 20 Jahren die englische Wissenschaft und Schifffahrt es nicht dazu gebracht, für den Indischen Ozean oder auch nur für einen Teil desselben eine neuzeitliche zusammenfassende Abbildung dieser Naturverhältnisse in ähnlichem Umfang und etwa auf dem Boden englischen Materials herauszugeben.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W

Heft 23.

9. Juni 1916.

ter Jahrgang

INHALT:

Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Veröffentlichungen. Von *Prof. Dr. Karl Fischer, Berlin-Friedenau*. (Fortsetzung aus Heft 20.) S. 309.

Ueber Blutarmut und ihre ursächlichen Beziehungen. Von *Prof. Dr. Kurt Ziegler, Freiburg i. Br.* S. 316.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria):
7. Der Botanische Garten der Zoologischen Station Rovigno in dem Hagelschlag vom 4. März 1916. S. 320.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Die Ukraine. S. 322.

Zur Geschichte des optischen Glases. Von *Moritz von Rohr*. S. 323.

Für

chemische und elektrochemische Industrie

Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,
günstige Produktionsbedingungen,
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-
sorgungsgebiet der Sächsischen
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft
im Südwesten des
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen

Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen

Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Erkältungskrankheiten und Kälteschäden

Ihre Verhütung und Heilung

Von

Professor Dr. Georg Sticker
in Münster i. W.

Mit 10 Textabbildungen

Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.80

(Bildet einen Band des Speziellen Teils der Enzyklopädie der klinischen Medizin.
Herausgegeben von L. Langstein-Berlin, C. von Noorden-Frankfurt a. M.,
C. von Pirquet-Wien, A. Schittenhelm-Kiel)

Soeben erschien:

Erfahrungen über Diagnostik und Klinik der Herzklappenfehler

Von

Professor Dr. S. E. Henschen
chem. Direktor der medizinischen Universitätsklinik in Upsala
und der medizinischen Klinik in Stockholm

Mit 271 Kurven

Preis M. 14.—; in Leinwand gebunden M. 15.60

Soeben erschien:

Physikalische Behandlung der chronischen Herzkrankheiten

Von

Professor Dr. Th. Schott
Nauheim

Mit 42 Textfiguren und 11 Tafeln

Preis M. 3.60; in Leinwand gebunden M. 4.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

9. Juni 1916.

Heft 23.

Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Veröffentlichungen.

Von Prof. Dr. Karl Fischer, Berlin-Friedenau.

(Fortsetzung aus Heft 20.)

3. Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluß.

In den Untersuchungen über Niederschlag und Abfluß galt es früher als selbstverständlich, den Niederschlag als das Erstgegebene hinzunehmen und zu fragen, in welchem Verhältnis sich Verdunstung, Versickerung und Abfluß in den Verbleib des Niederschlages teilen. Diese Dreiteilung ist auch durchaus angemessen, wenn es sich um einen einzelnen Regenfall handelt, wenn z. B. in wenigen Tagen so viel Regen fällt, daß Hochwasser entsteht. Wenn es sich dagegen, wie im folgenden, um die mittlere jährliche Regenmenge handelt, so scheidet die Versickerung für den Verbleib des Niederschlages aus, da auch das versickernde Wasser später verdunstet oder abfließt. Auszunehmen wären nur die Mengen, die durch die chemischen Umsetzungen im Erdboden oder in den Pflanzen gebunden werden, nicht diejenigen, die von den Pflanzen zwar zunächst aufgenommen, aber durch Verdunstung wieder abgegeben werden. Die zur Bindung gelangenden Mengen scheinen aber so gering zu sein, daß sie im Vergleich zu der Wassermasse, die jährlich in den Wasserkreislauf eintritt, keine Bedeutung besitzen. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge gelangt also teils zur Verdunstung, teils zum Abfluß. Diese wurden früher gewissermaßen als Nebenbuhler betrachtet. Man sah es so an, als blieben für die Flüsse nur die Wassermassen übrig, welche die Verdunstung nicht vorweg raubt. (Auch in der Einleitung des vorliegenden Aufsatzes wurde von dieser Betrachtungsweise der Einfachheit wegen Gebrauch gemacht.) In der Tat ist ja, wenn x den Niederschlag, z die Verdunstung und y den Abfluß bedeutet, wobei y wie x und z in Millimetern gemessen gedacht ist, $y = x - z$. Aber man kann diese Gleichung auch in die Form $x = y + z$ setzen, und dank Brückner, Penck, Supan und anderen ist die Erkenntnis durchgedrungen, daß dies nicht nur eine rein mathematische Umformung ist, sondern der Niederschlag der Landflächen sich wirklich aus zwei verschiedenartigen Größen zusammensetzt, von denen die eine im wesentlichen dem Abfluß y , die andere der von der Landfläche stattfindenden Verdunstung z ent-

spricht. Die Verdunstung von der Landfläche ist also nicht als Raub am Niederschlag anzusehen, sondern sie bringt dessen Überschuß über den Abfluß erst hervor. Es macht sich nämlich weder in den Meeresbecken, noch im Erdboden, noch in der Lufthülle eine dauernde Vermehrung oder Verminderung des Wasservorrates bemerkbar. Somit muß durchschnittlich ebensoviel Wasser vom Meere aufs Land, wie vom Lande aufs Meer gelangen, wobei bloße Wasserdampfverschiebungen in der Lufthülle außer Betracht bleiben können. Der Weg vom Meere aufs Land geht nur durch die Luft. Die Rückkehr vom Lande aufs Meer kann sich entweder durch die Luft oder durch Abfluß in flüssiger Form vollziehen. Brückner hatte nun den kühnen Gedanken, zunächst einmal anzunehmen, daß die Zurückleitung auf dem Luftwege im Vergleich zum Abfluß unwesentlich ist. Er rechnet beim Abfluß ferner nur mit den Flüssen, nicht mit etwaigen unsichtbaren Grundwasserströmungen, die unmittelbar ins Meer münden. Ist aber die Ausfuhr aus der Landfläche nur gleich dem Abfluß y , so kann die Einfuhr vom Meere ebenfalls nur so groß sein. Der hierüber hinausgehende Teil des Niederschlages, $z = x - y$, kann mithin nur durch Verdunstung von der Landfläche selbst entstehen. Trifft also die Schätzung zu, daß die gesamte Festlandfläche der Erde 3- bis 4-mal so viel Niederschlag wie Abfluß hat, so muß ein Wassertropfen, der auf dem Meere verdunstete und sich auf dem Lande niederschlug, hier durchschnittlich noch 2- bis 3-mal wieder verdunsten und niederfallen, ehe er abfließt.

Dieser Folgerung liegt also, wie Brückner selbst erwähnt, die Annahme zugrunde, daß kein auf dem Lande verdunstetes Wasser durch Luftströmungen zum Meere gelangt. Die hierin liegende Unsicherheit¹⁾ vergrößert sich noch, wenn man statt der Gesamtlandfläche der Erde einen einzelnen Landraum betrachtet. H. Keller hat jedoch bereits 1906 in einer Untersuchung über Niederschlag, Abfluß und Verdunstung in Mitteleuropa²⁾ gezeigt, daß Brückners Anschauungen auch auf ein einzelnes Klimagebiet mit großem Nutzen anwendbar sind. Jene Untersuchung wurde dadurch veranlaßt, daß von mehreren Forschern Formeln angegeben wurden, die geeignet sein sollten, für irgendein Flußgebiet Mitteleuropas aus seiner mittleren Niederschlagshöhe (x) die zugehörige Abflußhöhe (y) zu berechnen. Diese Formeln

¹⁾ Meinardus, Über den Kreislauf des Wassers. Meteorolog. Zeitschr. 1911, H. 7, S. 317.

²⁾ Jahrb. f. d. Gewässerk. Nordd. Besond. Mitt. Bd. 1, Nr. 4.

stimmen darin überein, daß mit x nicht nur y wächst, sondern auch das Abflußverhältnis ($v_y = y : x$), die meisten auch darin, daß an der Zunahme von x auch der im wesentlichen als Verdunstung anzusehende Unterschied $z = x - y$ teilt. Letzterer freilich lange nicht in dem Maße wie y . Der berühmte Talsperrenbauer *Intze* rechnete sogar mit einem von x im wesentlichen unabhängigen z . Hinsichtlich des Maßes, in dem sich y und z in die Zunahme von x teilen, gehen die Formeln auseinander. *P. Schreiber* bemerkte hierzu mit Recht, daß wahrscheinlich eine Formel $y = f(x)$ für ganz Mitteleuropa überhaupt nicht zu finden sein werde und schlug statt einer solchen eine Kurvenschar vor, die es gestatten würde, den Sondereigenschaften der Einzelgebiete gerecht zu werden. Daß dies nötig ist, fand auch *Keller*. Die Linienschar, zu der er gelangte, unterscheidet sich jedoch dadurch von der *Schreibers*, daß sie im wesentlichen aus geraden Linien besteht. Nur für x unter gewissen Grenzen treten Bogenstücke an deren Stelle. *Kellers* Untersuchung stellt gegen die vorhergegangenen schon darin einen Fortschritt dar, daß ihr außer einer sehr großen Zahl von Teilgebieten alle Hauptstromgruppen Mitteleuropas zugrunde gelegt sind, und zwar in der aus der Tabelle ersichtlichen Gliederung.

Gebietsgruppe	Niederschlag x mm	Abfluß y mm	Verdunstung z mm	Abfluß-Verhältnis v_y %	Verdunstungs-Verh. v_z %
A. Nördl. Mitteleuropa					
1. Ostgruppe (Memel + Pregel + Weichsel) . .	606	170	436	28	72
2. Übergangsgruppe (Oder + Elbe) . .	595	154	441	26	74
3. Westgruppe (Weser + Ems) .	716	252	464	35	65
A zusammen . .	610	170	440	28	72
B. Alpenstromgruppe					
1. Rhein bis Köln	911	472	439	52	48
2. Donau bis Wien	1036	545	491	53	47
B zusammen . .	962	502	460	52	48
Mitteleuropa A + B	714	268	446	38	62

Die in der Tabelle angegebenen Stromgruppen genügen bis auf geringfügige Abweichungen der Gleichung

$$y = 0,942 x - 405 \dots (1)$$

Die Einzelgebiete und ihre Teile weichen von der Hauptlinie (1) nach beiden Seiten hin ab. In den

Flußgebieten mit großem Abflußvermögen steigt y im allgemeinen aber nicht über

$$y = x - 350 \dots (2)$$

in solchen mit kleinem Abflußvermögen fällt es im allgemeinen nicht unter

$$y = 0,884 x - 460 \dots (3)$$

Das Abflußverhältnis $v_y = y : x$ wächst also bei gleichem Abflußvermögen mit x . So gehören im Durchschnittsverhalten (1) folgende Werte zusammen:

Nördliches Mitteleuropa: $x = 610$, $v_y = 28$ %,

Alpenstromgruppe: $x = 962$, $v_y = 52$ %.

Auch der Überschuß des Niederschlages über den Abfluß, $z = x - y$, wächst im Durchschnittsverhalten mit x , nämlich nach der Gleichung:

$$x = 0,058 x + 405 \dots (1 a)$$

Auf je 100 mm Zunahme von x wächst z jedoch nur um etwa 6 mm, y dagegen um 94 mm. Schon im Durchschnittsverhalten ist z also von der Zunahme von x wenig abhängig. Bei den Gebieten mit großem Abflußvermögen wird hieraus eine vollständige Unabhängigkeit ($z = 350$ mm). Für diese Gebiete trifft also *Intzes* Annahme zu.

Der im wesentlichen dem Abfluß y gleiche Teil des Niederschlages, der aus Wasserdampf vom Meere stammt (die „Meereszufuhr“), ist also in der niederschlagreichen Alpenstromgruppe bedeutend größer ($y = 502$ mm) als im nördlichen Mitteleuropa ($y = 170$ mm), innerhalb des letzteren aber im Ems- und Wesergebiet größer als weiter östlich, also weiter landeinwärts. Der noch hinzutretende Teil des Niederschlages, der nur durch wiederholten Umsatz im Lande selbst entsteht (die „Landverdunstung“, im wesentlichen $= z$), ist dagegen in jenen niederschlagreichen Gebieten nicht viel größer als im nordöstlichen Mitteleuropa. Der prozentische Anteil der Meereszufuhr am Niederschlag, der im Durchschnittsverhalten mit dem Abflußverhältnis übereinstimmt, ist somit in den niederschlagreichen Stromgebieten Mitteleuropas erheblich größer als in den niederschlagarmen. Mit der wachsenden Meereszufuhr nimmt die Landverdunstung im geringen Maße, die Niederschlagshöhe im großen Maße zu. Bei der Niederschlagshöhe $x = 916$ mm sind im Durchschnittsverhalten Meereszufuhr und Landverdunstung einander gleich; bei kleinerem x überwiegt die Landverdunstung, bei größerem die Meereszufuhr. So steht im nördlichen Mitteleuropa, für das, als Ganzes betrachtet, $x = 610$ ist, die Landverdunstung zur Meereszufuhr im Verhältnis 72:28, während in der Alpenstromgruppe ($x = 962$) die Regeneinfuhr von außen etwas größer ist als die von der Landverdunstung gelieferte Menge.

Die Einfuhr von außen braucht nicht immer unmittelbar vom Meere zu stammen. Die starken Sommerregen an der Nordseite der Alpen entstehen größtenteils aus Wasserdampf, der aus dem nördlichen Mitteleuropa gegen die Alpenmauer getrieben wird. Die auf S. 263 hervorgehobene außerordentliche Seltenheit großer Sommerhoch-

wasser der Weser ist nach *Keller* wesentlich auf diese Vertreibung zurückzuführen; die Gebirge im oberen Wesergebiet sind so niedrig, daß sie in der warmen Jahreszeit, in der eine Abkühlung auf den Sättigungspunkt erst bei höherem Emporsteigen der Luft eintritt als in der kalten, die Ausscheidung so großer Regenmengen, wie sie für bedeutende Sommerhochwasser Voraussetzung sind, nicht herbeiführen¹⁾. Um so mehr sind dafür die *Alpenflüsse* von Sommerhochwassern bedroht.

Bis zu gewissen Grenzen lassen sich Meereszufuhr und Landverdunstung auch in der Form ihres Auftretens voneinander unterscheiden. Die Meereszufuhr entläßt sich vorwiegend in Landregen, die in der Stunde nur mäßige Mengen liefern, aber durch lange Dauer und große Verbreitung doch starke Anschwellungen der großen Wasserläufe erzeugen können. Beispiele hierfür sind die großen Hochwasser des vergangenen Winters. Die Wetterkarten vom Dezember 1915 und Januar 1916 zeigen, wie Tiefdruckgebiete, die ganz West- und Mitteleuropa nördlich der Alpen umfaßten, Wochen hindurch feuchte Luft vom Atlantischen Ozean aus über das ganze Gebiet hinwegströmen, zum Teil auch in das westliche Rußland hineingelangen ließen. Gewitter- oder Platzregen, die auf kleinem Gebiet in wenigen Stunden oder im Bruchteil einer Stunde eine Regenhöhe bringen, wie sie in so kurzer Zeit bei Landregen nicht vorkommt, stammen dagegen gewöhnlich aus Landverdunstung. Diese Regen können zwar in einzelnen Gebirgsflüssen reißende Hochwasser erzeugen, an den Hauptströmen ist von ihnen aber wenig zu merken.

Zwischen diesen Grenzfällen finden sich freilich Übergänge der verschiedensten Art, die es verhindern, die Trennung der Regenfälle nach ihrer Entstehungsart streng durchzuführen. Sicher ist aber, ja auch fast selbstverständlich, daß die Landverdunstung am Niederschlage der warmen Jahreshälfte viel stärker beteiligt ist, als an dem der kalten. Die großen langlebigen Tiefdruckgebiete, welche die weitverbreiteten Landregen bringen, sind im Sommer weit seltener als im Winter. Im Winter ist der Niederschlag in Gesamtmitteleuropa nach *Keller* nur um 76 % größer als die Meereszufuhr, im Sommer dagegen fast 4-mal so groß wie diese. Je nach der Höhenlage oder der sonstigen Sonderbeschaffenheit der einzelnen Gebiete unterliegen diese Verhältnisse aber großen Änderungen, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Nach der für den Abfluß im Gesamtjahr geltenden Hauptlinie

$$y = 0,942 x - 405 \dots (1)$$

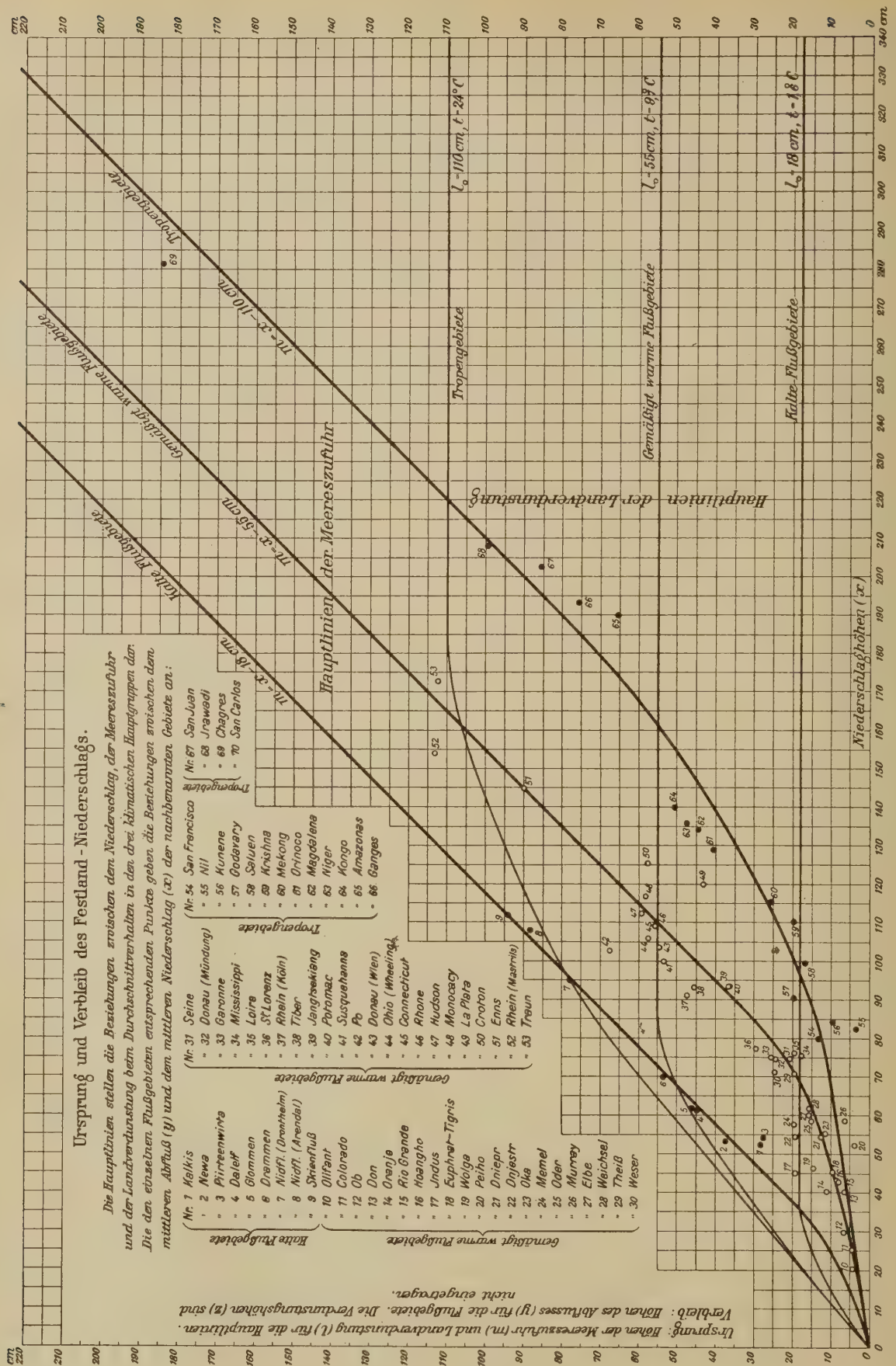
würde bei $x = 430$ kein Abfluß mehr stattfinden. *Keller* hält diesen Schluß aber nicht für zulässig,

¹⁾ Ähnlich erklärt es *Hellmann*, daß der Regenreichtum des Bergischen Landes vorwiegend im Winter hervortritt.

sondern sieht die Linie nur bis $x = 560$ abwärts als gültig an, ähnlich die Grenzlinie (2) für großes Abflußvermögen nur bis $x = 500$, Linie (3) für kleines nur bis $x = 625$. Darunter läßt er Bogenstücke, die in $x = 0$, $y = 0$ enden, an die Stelle der geradlinigen Fortsetzungen treten. Er nimmt also an, daß y sich erst mit x selbst der Null nähern würde, wenn es in Mitteleuropa überhaupt Flußgebiete mit entsprechend kleiner jährlicher Niederschlagshöhe gäbe. Auf die Gründe dieser Annahme kommt *Keller* in einer zweiten Untersuchung zurück, in der er die für Mitteleuropa durchgeführte Betrachtung zu einer solchen der ganzen Festlandfläche der Erde erweitert¹⁾. Die Flußgebiete, für welche Angaben über die mittlere Niederschlag- und Abflußhöhe vorlagen, umfassen allerdings etwa nur 28 % dieser Fläche; außerdem beruhen die Zahlen zum großen Teil nur auf Schätzungen. Die Untersuchung bezweckte indes auch weniger die Herleitung genauer Formeln als die Festlegung grundsätzlicher Gesichtspunkte. Den Ausgangspunkt bildete wieder die Zusammensetzung des Niederschlages (x) aus Meereszufuhr (m) und Landverdunstung (l). Für Mitteleuropa hatte sich ergeben, daß, wenn man die Flußgebiete nach steigendem x ordnet, bei kleinem x zwar ein weit größerer Bruchteil von x durch l als durch m geliefert wird, das Anwachsen von x jedoch weit mehr von m als von l abhängt. Dieses Gesetz hält *Keller* für allgemeingültig. „Je häufiger und kräftiger die Kondensation des Wasserdampfes in einem Gebiet stattfindet, um so größer wird seine Luftfeuchtigkeit. Je feuchter die Luft ist, um so ungünstiger werden die Verdunstungsbedingungen. Die Zunahme der Meereszufuhr wirkt steigernd auf das Wachsen der Landverdunstung ein“ (weil sie Wasser liefert, das verdunsten kann), „dagegen die Erhöhung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft abschwächend. Daher nimmt bei wachsender Niederschlagshöhe die Meereszufuhr mit Beschleunigung und die Landverdunstung mit Verzögerung zu.“ „Schließlich muß eine Grenze erreicht werden, von der ab das weitere Wachsen des Niederschlages nur noch vom Zunehmen der Meereszufuhr abhängt, während die Landverdunstung den konstanten Beitrag l_0 liefert.“ Trägt man also die x wagerecht, die m senkrecht in ein Achsenkreuz ein, so erhält man Linien, deren obere Strecken nach dem Gesetze $m = x - l_0$ unter 45° ansteigen. Die entsprechenden Linien für den Zusammenhang zwischen x und l müssen dagegen allmählich aus einem steil beginnenden Anstieg in die wagerechte Form übergehen (Fig. 2).

Das Grenzmaß der Landverdunstung hängt wesentlich von der Temperatur ab. Für die erste Übersicht hat *Keller* folgende klimatische Hauptgruppen unterschieden:

¹⁾ *H. Keller*, Ursprung und Verbleib des Festland-Niederschlags. Jahrb. f. d. Gewässerk. Norddeutschl., Besond. Mitteil. Bd. 2, Nr. 7.



1. Tropengebiete (Mitteltemperatur durchschnittlich etwa 24°C),
2. gemäßigt warme Flußgebiete ($9,7^{\circ}\text{C}$),
3. kalte Flußgebiete ($1,6^{\circ}\text{C}$).

Für letztere ist die Begrenzung von l fast selbstverständlich, weil die kalte Luft, wenn es auch an Wasser- oder Eisvorräten zum Verdunsten nie fehlen sollte, nur geringe Mengen von Wasserdampf aufnehmen kann. Aber auch bei höheren Temperaturen hat die Verdunstungsfähigkeit ihre bald erreichten Grenzen. So hat die Landesanstalt für Gewässerkunde durch Messungen auf dem Grimnitzsee, der auf der Hochfläche der Uckermark fast nach allen Seiten offen gegen die Winde liegt und daher sehr günstige Verdunstungsbedingungen bietet, die mittlere jährliche Verdunstung zu rund 1 m festgestellt¹⁾. Die Verdunstung von den Landflächen kann diesen Betrag im Klima Mitteleuropas jedoch bei weitem nicht erreichen, da den oberen Bodenschichten gerade in der heißen Jahreszeit, in der die Verdunstungsfähigkeit am größten ist, die Feuchtigkeit zum Verdunsten oft fehlt. Noch mehr mangelt das Wasser in vielen Tropengebieten. Keller nimmt die dem Durchschnittsverhalten der Flußgebiete entsprechende Grenze der Landverdunstung für die tropischen Gebiete auf Grund der Ermittlung von x und y vorläufig zu 110 cm an^2), für die gemäßigt warmen zu 55 cm , für die kalten zu 18 cm .

An ihren unteren Enden führt Keller die Linien der Meereszufuhr und der Landverdunstung mit eingelegten Bogenstücken in dem Punkte $x = 0, m = 0, l = 0$ zusammen. Wenn die Linien der Meereszufuhr sich nicht in diesem Maße nach links krümmten, sondern die x -Achse in einem Werte $x > 0$ schnitten, so würde dies besagen, daß die betreffende mittlere jährliche Niederschlagshöhe x im Durchschnittsverhalten ohne Meereszufuhr, also allein aus Landverdunstung zustande kommen könnte. Das hält Keller aber für unmöglich. „Ohne Meereszufuhr kann keine Wiederverdunstung stattfinden, ebenso kein Niederschlag.“ Und diese Meereszufuhr muß sich wiederholen; denn dasselbe Wasserteilchen kann nicht unendlich oft immer wieder in demselben Flußgebiet umgesetzt werden. Luftströmungen würden den Wasserdampf schließlich entfernen, mögen sie im Einzelfall auch noch so wenig rauben. Die Einfuhr braucht freilich nicht unmittelbar vom Meere zu kommen. Im Durchschnittsverhalten gleichen sich aber gegenseitige Beraubung und Bereicherung der Gebiete aus; ein dem Durchschnittsverhalten entsprechendes Landgebiet kann mithin den Stoff zur Landverdunstung nicht auf Kosten eines anderen Landgebietes empfangen.

¹⁾ Die Messungen erfolgten in einem bis auf wenige Zentimeter Bordhöhe in den See eingetauchten Gefäß, in dem der Wasserspiegel etwa in gleicher Höhe mit dem des Sees gehalten wurde. Meteorol. Zeitschr. 1912, S. 366.

²⁾ Vgl. Alfred Merz, Beiträge zur Klimatologie und Hydrographie Mittelamerikas. Leipzig 1907.

Ein Gebiet, das beim Wasserdampfaustausch gegen seine Nachbarn im Vorteil ist, hat einen überdurchschnittlichen Abfluß, ein benachteiligtes einen unterdurchschnittlichen. Wird alles niedergeschlagene Wasser durch Luftströmungen aus einem Gebiet wieder vertrieben, so wird dieses abflußlos. Ein solches Gebiet bildet das Zuflußgebiet des Kaspischen Meeres zusammen mit diesem; denn einen Abfluß zum Weltmeer hat dieses Binnenmeer, soweit man weiß, nicht. Sein Zuflußgebiet hat dagegen unzweifelhaft Niederschläge fremden Ursprungs, also solche, die nicht vom Kaspischen Meere selbst herkommen. Es kann sogar geschehen, daß außer dem Niederschlag fremden Ursprungs auch noch die ins Gebiet hineinfließende Wassermenge durch Luftströmungen fortgetragen wird, wie z. B. der Nil in der Wüste Wasser verliert. Der Abfluß eines Gebietes kann in diesem Sinne also sogar negativ werden. Die Abflußlosigkeit ist mithin nicht ein Grenzfall, wofür man sie öfter betrachtet hat.

Die Linien des Durchschnittsverhaltens sind ursprünglich zwar nur dazu aufgestellt worden, verschiedene Stromgebiete auf Grund mehrjähriger Mittelwerte miteinander zu vergleichen. Wie Keller später bemerkt hat, drücken sie aber zugleich die durchschnittliche Beziehung aus, in welcher Niederschlag und Abfluß eines bestimmten Flußgebietes bei ihrer Änderung von Jahr zu Jahr stehen. „Wenn die den Ursprung und Verbleib des Niederschlages bedingenden Verhältnisse eines einzelnen Flußgebietes annähernd den Durchschnittsverhältnissen einer klimatischen Gebietsgruppe entsprechen, so gelten die Hauptlinien dieser Gebietsgruppe auch für die zeitlichen Beziehungen von Jahr zu Jahr unter Zugrundelegung der Jahresmittelwerte, die in diesem Einzelgebiet für die einzelnen Jahre ermittelt worden sind.“ „Beispielsweise bilden die Hauptlinien der Meereszufuhr und Landverdunstung für die gemäßigt warmen Flußgebiete gleichzeitig auch annähernd die Mittellinie von Punktschwärmen (y, x und z, x), die den einzelnen Jahren der Jahresreihen 1876/90 und 1900/09 für das böhmische Elbgebiet entsprechen.“ Ebenso entsprechen die Hauptlinien für die kalten Flußgebiete den einzelnen Jahresmitteln des schwedischen Dalelfgebiets¹⁾. Die Lage der den Einzeljahren entsprechenden Punkte (y, z) zur zugehörigen Linie des Durchschnittsverhaltens gibt Anhaltspunkte dafür, in welchem Maße die Schwankungen der jährlichen Meereszufuhr durch Aufspeicherung oder Aufzehrung von Grundwasservorräten gemildert werden. Bei Rücklagen ins Grundwasser sinkt der Abfluß nämlich unter das Durchschnittsverhalten, bei Aufbrauch der Vorräte steigt er über dieses²⁾.

¹⁾ Keller, Meteorol. Zeitschr. 1914, S. 299.

²⁾ Ein Beispiel für diese Betrachtungsweise enthält die in der Anmerkung auf S. 315 angeführte Untersuchung, S. 27.

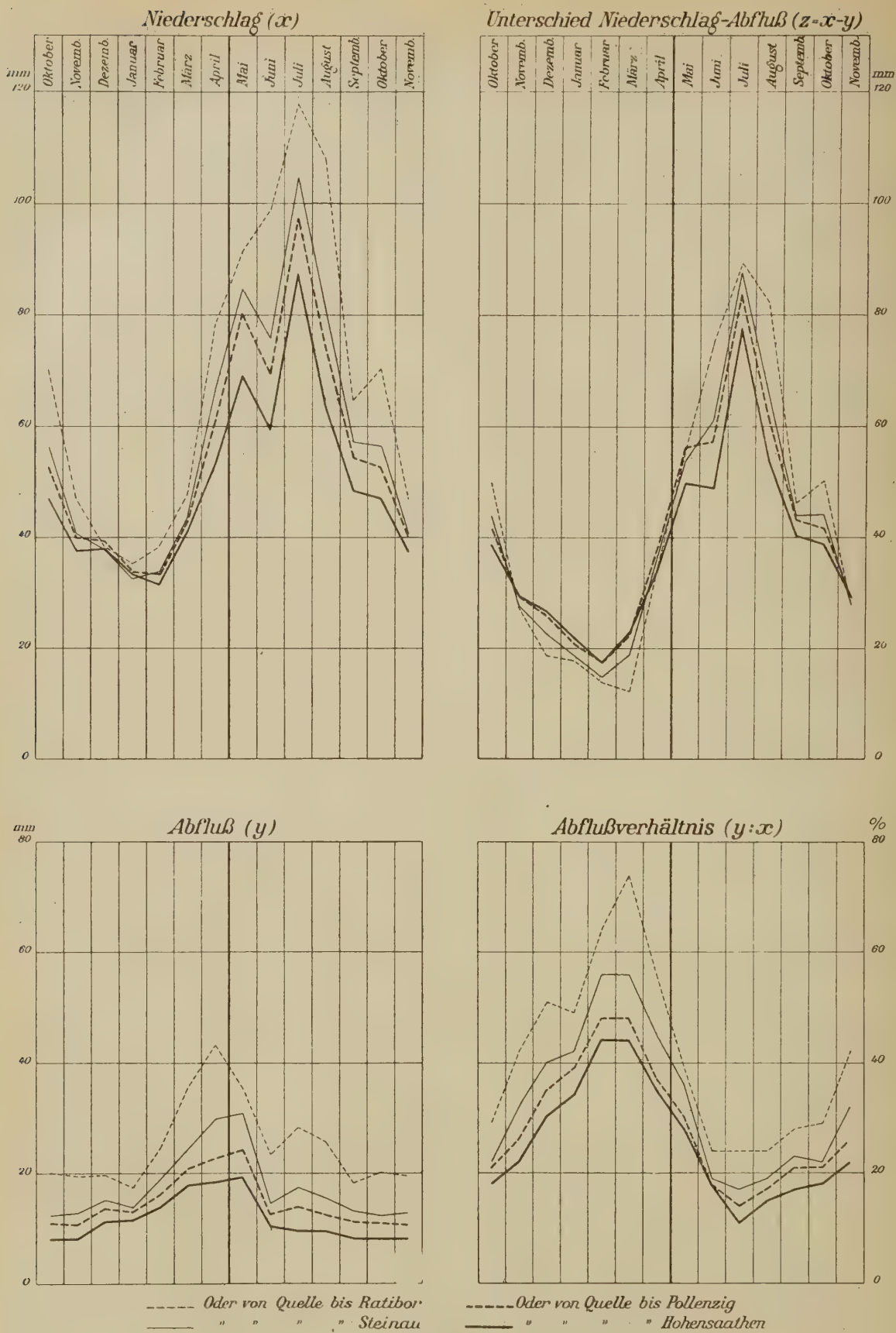


Fig. 3.

Für die Wasserwirtschaft ist es von großer Bedeutung, daß mit dem Niederschlag durchschnittlich nicht nur der Abfluß wächst, sondern auch das Abflußverhältnis; denn hieraus folgt, daß die einzelnen Zuflußgebiete eines Stromes zu dessen Abflußmenge nach einem mit dem Niederschlag wachsenden Steuerfuß beitragen. Als kurzes Ausdrucksmittel hierfür habe ich in der unten näher bezeichneten Untersuchung¹⁾, der das Folgende entnommen ist, Niederschlag- und Abflußbeitragzahlen eingeführt. Sie sind gleich dem Verhältnis, in welchem die Niederschlag- oder Abflußhöhe der einzelnen Zuflußgebiete zu der des gesamten Stromgebietes steht. So ist von dem Hauptzuflußgebiet der Oder am niederschlagreichsten das Quellgebiet, das wir bis Ratibor rechnen. Seine Niederschlagbeitragzahl (im Mittel aus 1896/1905) ist 1,38, seine Abflußbeitragzahl aber 2,13. Das Gebiet empfängt also 38 % Niederschlag mehr, als es hätte, wenn sich die Niederschlagsmenge des Stromgebietes gleichmäßig über dessen ganze Fläche verteilte; es steuert zur Wassermenge des Stromes aber 113 % mehr bei, als es der bloßen Fläche nach aufzubringen hätte. Der Steuerfuß entwickelt sich nach oben also recht kräftig. Man muß dabei aber bedenken, daß die Einnahme eines Stromgebietes in Wirklichkeit nicht durch seine Niederschlagsmenge, sondern nur durch deren von außen stammenden Teil gegeben ist.

Der Satz, daß der Abfluß mit dem Niederschlag wächst, gilt nicht mehr, wenn man die *Jahreszeiten* untereinander vergleicht. Der Niederschlag ist im Sommer bei uns weit größer, der Abfluß trotzdem kleiner als im Winter. Fig. 3 zeigt dies in Mittelwerten aus 1896/1905. (Der dabei genannte Ort Pollenzig liegt zwischen Bober- und Lausitzer-Neiße-Mündung.) Der Abfluß wird von der starken Zunahme der Niederschläge im Hochsommer nur wenig berührt, weil diese keine Zunahme an Einnahme, sondern nur eine solche ihres Umsatzes ist. Im Hochsommer geht manchmal eine Woche hindurch oder noch länger Tag für Tag am Nachmittag ein Gewitterregen nieder, nach dem es sofort wieder so schwül wird, daß man es fast unmittelbar merkt, daß es immer wieder dasselbe Wasser ist, das verdunstet und niederfällt. Das Abflußverhältnis sinkt im Hochsommer also auf seinen kleinsten Betrag. Bei der Berechnung dieses Verhältnisses ist außer Betracht geblieben, daß der Abfluß zum Teil erst in späteren Monaten erfolgt als der Niederschlag. Das Verhältnis ist also rein zahlenmäßig zu verstehen.

Der dargestellte jährliche Gang ist nicht ganz der normale, da der Mai in den Jahren 1896/1905 zu viel, der Juni zu wenig Regen hatte. Um den normalen jährlichen Gang des Abflusses ab-

zuleiten, reichen die vorliegenden Reihen von Abflußmengen noch nicht aus. Ich habe deshalb ein Verfahren entwickelt, das durch Verbindung kurzer Abflußmengen mit langen Wasserstandsreihen zu langjährigen Monatsmitteln des Abflusses führt. Für das Gesamtgebiet der Oder bis Hohensaathen (109 560 qkm) ergab sich dabei folgender sekundlicher Abfluß in Litern vom Quadratkilometer:

Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
3,4	3,9	4,2	5,7	7,8	7,9
Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.
5,4	3,9	3,8	3,6	3,2	3,0
Winter		Sommer		Jahr	
5,5		3,8		4,65.	

Der Abfluß ist hiernach nur in den 4 Monaten Februar/Mai größer als im Jahresmittel, in den übrigen 8 kleiner. Die am häufigsten vorkommenden Abflußmengen liegen dementsprechend nicht in der Höhe der mittleren Menge, sondern unter ihr. Allerdings werden die niedrigen Sommermengen öfter durch Hochwasser unterbrochen, die sich in den Zahlen nicht verraten.

Meine Untersuchung berührt außerdem die Wechselwirkungen zwischen Fluß und Grundwasser. Die mittlere Abflußmenge des Oderstroms ist nämlich nicht gleich der Summe seiner Zuflußmengen, sondern kleiner. Im Mittel für 1896/1905 ergab sich die Summe der dem Oderstrom bis Hohensaathen zufließenden Wassermengen gleich 566 cbm/sek, seine Abflußmenge bei Hohensaathen dagegen gleich 507 cbm/sek. Auf dem Wege bis Hohensaathen schieden also 59 cbm/sek oder rund 10 % der Zuflußmenge aus dem Strom wieder aus. Auf Verdunstung läßt sich nur ein kleiner Teil dieses Verlustes zurückführen; der größere ist nur durch Versickerung zu erklären. Zum Teil wird das so entstehende Grundwasser den offenen Strom auf seinem Wege zur Ostsee begleiten. Keller hält aber nicht für wahrscheinlich, daß die ganze Verlustmasse diesen Weg einschlägt, sondern vermutet, daß ein erheblicher Teil von ihr in die Grundwasserströme übergeht, die sich durch die im allgemeinen von OSO nach WNW gerichteten Urstromtäler am Rande der ehemaligen Inlandvereisung bewegen. Es könnten auf diesem Wege also Wassermengen aus der Oder ins Elbgebiet, z. B. auch nach Berlin gelangen.

Besonders groß werden die Verluste bei Hochwassern, wenn die überschwemmten Vorländer nicht schon vorher mit Wasser gesättigt waren. So verschwanden bei einem Hochwasser im Sommer 1902 in 26 Tagen 340 von 1950 Millionen Kubikmetern (17 %), im folgenden Sommer ebenfalls in 26 Tagen 500 von 3190 Millionen Kubikmetern (16 %).

Die Urstromtäler, die zum Teil auch gegenwärtig noch von offenen Wasserläufen benutzt werden, hätten sich nach Kellers Vermutung also einen Rest ihrer ehemaligen Bedeutung auch darin

¹⁾ Karl Fischer, Niederschlag und Abfluß im Odergebiet. Jahrb. f. d. Gewässerk. Norddeutschl., Besond. Mitt. Bd. 3, Nr. 2.

erhalten, daß sie verdeckte Verbindungsglieder zwischen den Hauptströmen bilden. Auch unter diesem Gesichtspunkt ist bemerkenswert, daß in diesen Tälern Starkregen in kurzer Zeit, die meist Gewitterregen sind, besonders häufig vorkommen¹⁾.

(Eine weitere Mitteilung folgt.)

Über Blutarmut und ihre ursächlichen Beziehungen.

Von Prof. Dr. Kurt Ziegler, Freiburg i. Br.

Solange der Mensch sich bemühte, den ursächlichen Zusammenhang zwischen Krankheitsäußerungen und Ursache zu ergründen, wurde krankhaften Veränderungen des Blutes eine besonders wichtige, ja die führende Rolle zur Erklärung krankhaften Befindens beigemessen. War es doch jederzeit klar, daß ein hochgradiger Verlust dieses kostbaren Saftes mit der Erhaltung des Lebens unverträglich und geringere Verluste von körperlicher Schwäche, von Blässe der Haut und Schleimhäute gefolgt ist. In früheren Jahrhunderten sah man in dem Blut einen der vier Lebensäfte, neben der schwarzen und gelben Galle und dem Schleim, und erklärte jede Krankheit aus einem fehlerhaften Mischungsverhältnisse der Säfte. Heute ist es Gemeingut jedes Gebildeten, daß das Blut der Lebenssaft schlechthin ist, daß es durch die Triebkraft des Herzens getrieben, in stetem Kreislauf allen Geweben die Nährstoffe vermittelt und Schlacken des Stoffwechsels den Organen der Ausscheidung zuführt. Ebenso bekannt ist, daß dieser Lebenssaft aus in Wasser gelösten Bestandteilen, dem Blutplasma, und körperlichen Elementen, den roten und weißen Blutkörperchen und den Blutplättchen, besteht, daß ferner das Plasma einen Faserstoff enthält, der bei der Gerinnung ausfällt. Die Lehre von der schlechten Mischung dieses Saftes als Grundlage kranken Befindens ist aber in weitesten Kreisen herrschend geblieben. Blasses, krankhaftes Aussehen, ein Darniederliegen der allgemeinen Ernährungsvorgänge gilt daher vielfach als Ausdruck einer zu geringen Menge oder schlechter, gesundheitswidriger Mischung des Blutes. Die therapeutischen Maßnahmen der Laienmedizin gipfeln daher auch im allgemeinen in dem Bestreben, die Blutbildung anzuregen, Blutstockungen zu beheben, die widrigen Stoffe vom kranken Herd abzuziehen oder nach außen abzuleiten. Der Laie ist also im allgemeinen Humoralpathologe und findet sich leicht mit der eigentümlichen Zusammensetzung des Blutes aus gelösten und geformten Bestandteilen ab.

Die wissenschaftliche Medizin hat aber erwiesen, daß wir das Blut nicht als ein Organ für sich betrachten können. Vielmehr finden wir hier eine außerordentlich vielgestaltige Menge gelöster

und geformter Elemente vereinigt, die nicht im Blute selbst entstehen, sondern ihre Herkunft der Tätigkeit der verschiedensten Organe verdanken. Das Blut ist vielfach nur der Träger, der die Stoffe zu allgemeiner Wirkung gelangen läßt. Die Aufgaben der Blutelemente sind darum außerordentlich mannigfaltig, wenn sie auch letzten Endes den feineren Ernährungsvorgängen zugute kommen. Eine schlechte Blutmischung kann daher die verschiedensten Ursachen haben, sie ist nicht nur durch quantitative Verschiebungen der Mischungsverhältnisse im strömenden Blute bedingt, sondern in weit höherem Maße von der Funktion der die verschiedenen Stoffe an das Blut abgebenden Organe abhängig. Die Störung der Blutzusammensetzung ist daher ein außerordentlich kompliziertes funktionell biologisches Problem.

Wie erwähnt, setzt sich das Blut aus einem flüssigen Teil, dem Plasma, und geformten Bestandteilen, den roten und weißen Blutkörperchen und den Blutplättchen, die besonders bei der Gerinnung bedeutungsvoll sind, zusammen. Gelegentlich finden sich noch feine fettige Teilchen, sog. Blutstäubchen, vor. Das Plasma enthält die Hauptgruppen der Nährstoffe, Eiweißkörper, darunter auch das Fibrinogen, aus dem bei der Gerinnung sich der Faserstoff, das Fibrin, abscheidet, ferner Kohlehydrate, im wesentlichen Traubenzucker, Fettsubstanzen und Extraktivstoffe, besonders Harnstoff, Aminosäuren u. a., Farbstoffe und eine ganze Reihe sog. Enzyme. Große Bedeutung haben ferner die gelösten Salze, vor allem das Kochsalz und die Kalksalze, Magnesium, phosphorsaure und andere Salze. Sie beherrschen die verschiedensten physikalisch-chemischen Vorgänge, welche den Austausch der gelösten Bestandteile zwischen Blut- und Gewebsflüssigkeit vermitteln und zugleich das Gleichgewicht zwischen Basen und Säuren und somit die konstante Reaktion von Blut- und Gewebssäften herstellen. Dazu treten Sekrete der sogenannten Blutdrüsen, wie Schilddrüsen, Nebennieren usw., welche regelnd, fördernd oder hemmend auf die stofflichen Umsetzungen, auf Ansatz oder Abgabe von Nährstoffen, auf die Wachstumsvorgänge und die Erhaltung oder Veränderung der physikalischen Spannkraft der Gewebelemente einwirken. Schließlich treten alle jene als Schutzkörper tätigen Stoffe hinzu, die die Ernährungsvorgänge vor Schaden zu bewahren haben und besonders unter krankhaften Bedingungen hervorragende Bedeutung erlangen. So sehen wir einen dauernden Austausch organischer wie anorganischer gelöster Stoffe vor uns, bald in der einen, bald in der anderen Richtung, aus dem Blut in Gewebsflüssigkeit und Gewebszellen oder zum Blut hin. Schlacken des Stoffwechsels werden den Organen der Ausscheidung zugeführt. So verschieden in den einzelnen Stromgebieten nun aber die Zuflüsse zum Blut sein können, das vermischte vom Herzen ausgesandte Blut zeigt im wesentlichen die gleiche Zusammensetzung. Mit zäher Energie wird jede Schwankung, ein Zuviel wie ein Zuwenig, ausgeglichen. Gerade dieses

¹⁾ C. Kaßner, Die Verteilung der größten Niederschläge in der Provinz Brandenburg. Zeitschr. Das Wetter, Assmann-Sonderheft. 1915.

Festhalten an einer bestimmten Zusammensetzung des Blutes bildet den stärksten Antrieb und zugleich einen Schutz für die stofflichen Umsetzungen und die Erhaltung und Regelung der Lebensvorgänge.

Nicht anders ist es mit den geformten Blut-elementen, besonders den Blutkörperchen. Auch sie dienen dem allgemeinen Stoffwechsel. Die weißen Körperchen bilden vermöge fermentartiger Kräfte ein besonderes System verdauender und aufsaugender Kräfte, welche im Blut und vermöge ihrer Fähigkeit, zu wandern und die Gefäßwände zu passieren, auch in den Geweben absterbendes zelliges und gewebliches Material verdauen und weiterhin nutzbar machen. Die roten Blutkörperchen vermitteln den Gasaustausch zwischen Blut und Gewebeelement und zwischen Blut und Atmungs-luft. Sie nehmen den Sauerstoff der Luft auf und tauschen ihn gegen Kohlensäure aus. Auch die Blutzellen zeigen unter normalen Bedingungen die Tendenz, Zahl und Zusammensetzung konstant zu erhalten. Die Triebkraft des Herzens wie die Arbeitsleistung der peripheren Gefäße besorgt die geordnete Verteilung und Zufuhr in allen Teilen.

Schon diese kurze, keineswegs erschöpfende Übersicht läßt erkennen, daß die Aufgaben des Blutes recht verschiedenartiger Natur sind. Da nun jede Teilaufgabe gewisse Störungen aufweisen kann, so erhellt, daß wir den Begriff der Blut-armut näher zu umgrenzen haben.

Unter *Blutarmut* verstehen wir darnach im wesentlichen nur krankhafte Blutveränderungen, die auf einer *mangelhaften Funktion der roten Blutkörperchen* beruhen, welche also das Sauerstoffbedürfnis des Organismus nicht in genügender Weise zu befriedigen gestatten. Diese mangelhafte Zellfunktion ist aber nicht nur durch mehr oder minder starke Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen bedingt, vielmehr von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängig. Die Grundlage für unsere Betrachtung bildet die Tatsache, daß die Zellen des strömenden Blutes nicht ein organisches Ganze für sich darstellen, sondern unzertrennbar an ein bestimmtes seßhaftes Gewebssystem, das rote Knochenmark, gebunden sind. Hier, nicht im strömenden Blut, ist die Stätte, in der die roten Blutzellen gebildet und für ihre Aufgaben gerecht gemacht werden. Von hier aus müssen auch alle Verluste und Schäden, die im Blute entstehen können, wieder gedeckt und gutgemacht werden. Die Frage einer normalen oder krankhaften Funktion der roten Blutzellen ist also stets auch eine Frage des funktionellen Zustandes des blutbildenden Apparates im Knochenmark. Diese biologische Betrachtungsweise gestörten Blutzell-lebens ist für die Frage der Blutarmut und der Bluterkrankungen überhaupt von grundlegender Bedeutung geworden. Es ist mit eine der Groß-taten *Ehrlichs*, dessen viel zu frühes Scheiden auch die hämatologische Forschung tief zu bedauern hat, der Forschung hier die richtigen Wege gewiesen zu haben, und wenn wir heute über eine gesicherte

Basis für die Diagnostik und Behandlung anämi-scher Zustände verfügen, so haben wir dies zum größten Teil *Ehrlich* und seinen Mitarbeitern zu verdanken. Das klassische Werk über die Anämie¹⁾, das *Ehrlich* im Verein mit *Lazarus* herausgegeben und das kürzlich in mustergültiger Form von *Lazarus* in neuer Bearbeitung erschien, wird stets einen Gedenkstein in der Lehre von den Erkrankungen des Blutes und der blutbildenden Organe bilden.

Die *Zellen des Blutes*, d. h. im besonderen die roten Blutkörperchen, *entstehen also im Knochen-mark*. Die Vereinigung der Mutterzellen der Blutkörperchen im Markgewebe ist eng verknüpft mit der Ausbildung des Knochenmarks. Sie beginnt relativ spät im intrauterinen Leben und findet ihren definitiven Abschluß nahe der Pubertätszeit. Hier im Knochenmark werden dauernd neue Zellen gebildet. Ein großer Teil der Zellen macht nun, ehe sie in das Blut gelangen, erst einen Entwicklungs- und Reifungsprozeß durch. Der wichtigste besteht in der Ausbildung des Hämoglobins, eines an einen Eiweißkörper gebundenen eisenhaltigen Farbstoffs, der dem Blute im auffallenden Licht die rote Farbe verleiht. Das Hämoglobin ist der wesentliche Vermittler der Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff, resp. der Kohlensäure. Zugleich schrumpft der jeder Zelle eigentümliche Kern und verschwindet schließlich ganz. Die reifen Zellen sind infolge dieses Verlustes nicht mehr weiterer Teilung fähig, sondern nach Erfüllung ihrer physikalisch-chemischen Aufgaben dem Untergang ge-weiht. Nach einer gewissen Zeit, die sich auf wenige Wochen erstreckt, gehen die einzelnen roten Blutkörperchen zugrunde. Sie werden von den ver-dauenden Kräften aufgelöst. Die Zerstörung der Körperchen kann überall im Blut oder auch in den Geweben geschehen, das hauptsächliche Organ der Blutzellerstörung ist aber die Milz. Wie aber nirgends im Organismus verwendungsfähige Stoffe ungenützt verloren gehen, werden auch die frei-werdenden Teile, vor allem der Farbstoff und das Eisen, weiterer Verwendung zugeführt. Der Farb-stoff wird in der Leber fast völlig zu Gallenfarb-stoff verarbeitet, das Eisen z. T. hier gespeichert, z. T. zu neuem Aufbau von roten Blutkörperchen im Knochenmark verwandt. Die Zellen des Blutes gehören also im Gegensatz zu anderen Geweben einem kurzlebigen Zeitgewebe an, in dem dauernd Zellen entstehen, an die Säfte abgegeben werden, hier nach gewisser Zeit zerfallen und durch neue Zellen ersetzt werden.

Bei diesem Kreislauf von Werden und Vergehen verstehen wir, daß eine normale Zahl und Be-schaffenheit der roten Blutzellen letzten Endes stets von den zellbildenden Kräften des Knochenmarks abhängig ist. Er zeigt uns aber auch, daß eine normale Funktion der Blutzellen nicht nur von ihrer absoluten Zahl im strömenden Blute, sondern auch von der Ausgestaltung des einzelnen Körper-chens, besonders dem Farbstoff- resp. Hämoglobin-

¹⁾ Die Anämie. Wien, A. Hölder, 1913.

gehalt abhängig ist. Dazu kommt, daß auch die Widerstandsfähigkeit, die Lebensdauer des einzelnen Körperchens in bestimmter Weise auf die der Zerstörung dienenden Kräfte eingestellt sein muß, oder diese selbst wie die der weiteren Verarbeitung des zerfallenden Materials dienenden Organe, vor allem die Leber, müssen ihrer Aufgabe in zweckentsprechender Weise gerecht zu werden vermögen. Zur richtigen Lösung ihrer Aufgabe gehört aber noch eine geregelte Bewegung des Blutes durch die Triebkraft des Herzens zur Lunge und zu den Geweben, eine normale Abwicklung des Atemmechanismus der Lunge und des Gasaustausches in den Geweben und eine geeignete Zusammensetzung der Atemluft. Es sind also eine ganze Reihe eng ineinander greifender Kräfte und Zustände und Organfunktionen, von denen nur die wichtigeren genannt sind, welche zusammen den normalen Ablauf der Aufgaben der roten Blutzellen im gasförmigen Stoffwechsel gewährleisten. Wir können ferner daraus ableiten, daß die Ursachen für die Störungen der Funktion der roten Blutkörperchen sich in verschiedenartiger Weise äußern können und die mannigfaltigsten krankhaften Ursachen haben können. Sie werden besonders schwerwiegend sein müssen, wenn eines der blutbildenden oder zerstörenden Apparate selbst, vor allem Knochenmark und Milz, Sitz von Erkrankungen sind. Bedenken wir weiter, wie eng jeder Organ- und Gewebsbezirk an das Blut gekettet ist, daß allenthalben ein Austausch gelöster, eventuell auch geformter Bestandteile zwischen Blut und Gewebsflüssigkeit statthat, so leuchtet unschwer ein, daß von jeder erkrankten Stelle des Körpers aus widrige Säfte, Giftsubstanzen, evtl. auch krankhafte geformte Prinzipien in das Blut eindringen und periphere Blutzellen wie die Organe der Blutbereitung in verschiedenem Grade zu schädigen vermögen.

Das Blut resp. das blutbildende Knochenmark besitzt allerdings eine große Anpassungsfähigkeit, so daß erhöhten Ansprüchen eine erhöhte Zellbildung entspricht. Kleinere Blutzellverluste können so rasch durch Reserven gedeckt werden. Verminderung des Sauerstoffgehalts der umgebenden Luft, z. B. in größeren Höhenlagen, können rasch durch eine Vermehrung der roten Blutzellen und damit eine entsprechende Vergrößerung der zur Sauerstoffaufnahme befähigten Oberfläche der Blutkörperchen kompensiert, ausgeglichen werden. Dies geht aber nur bis zu einem gewissen Grade und unter der Voraussetzung einer normalen Markbeschaffenheit. Stärkere oder länger dauernde Verluste oder Atemerschwerungen müssen zu einem Mißverhältnis zwischen Bedarf und Deckung führen. Ein erkranktes, in seiner Funktion geschädigtes Knochenmark kann eventuell schon geringen Mehransprüchen nicht in ausreichendem Maße genügen. Zwei Folgeerscheinungen sind nun im allgemeinen möglich. Entweder das Mark sendet bei kräftiger Anstrengung jüngere, noch nicht fertig ausgereifte Blutzellen aus, um

den Bedarf zu decken. Zellen mit mangelhaftem Hämoglobingehalt oder jugendliche, noch kernhaltige Zellformen treten auf. Oder aber das Knochenmark versagt, die Ausbildung des einzelnen Körperchens zeigt krankhafte bizarre oder monströse Formen und bleibt erheblich hinter den Ansprüchen zurück. Je nach der Schwere und Art der Schädigung treten die einen oder anderen Veränderungen oder beide in verschiedener Stärke auf. Eine genaue mikroskopische Betrachtung gestattet darnach einen Einblick in den momentanen funktionellen Zustand des Marks und seine Störungen. Ja es gibt wohl kein Organ des Körpers, abgesehen von den weißen Blutkörperchen, bei dem wir durch eine genaue Prüfung der von ihm hervorgebrachten zelligen Produkte einen so genauen Einblick in die funktionelle Lebensbetätigung und damit eine genaue Kontrolle des Verlaufs krankhafter Störungen und eventueller therapeutischer Beeinflussungen erhalten können, wie bei dem System der roten Blutzellen. Gerade hier hat *Ehrlichs* genialer Forscherblick uns wertvollste Aufschlüsse erteilt.

Wir haben nun als die wesentliche Aufgabe der roten Blutkörperchen die Versorgung der Gewebe mit Sauerstoff, die Entfernung der Kohlensäure und als pathologisch-physiologische Grundlage anämischer Zustände eine Insuffizienz des Blutkörperchensystems gegenüber dieser Aufgabe bezeichnet. Folgerichtig müßten wir neben den Erkrankungen des Blutes selbst auch die mangelhafte Sauerstoffübertragung durch Erkrankungen der atmenden Lungenoberfläche oder ungenügende Blutbewegung zu den Anämien rechnen. Da hierbei aber krankhafte Veränderungen der Blutzellen selbst meist vermißt werden, die ursächlichen Erkrankungen der Respirations- und Zirkulationsorgane auch durchaus im Vordergrund des klinischen Bildes stehen, empfiehlt sich diese Bezeichnung nicht. Wir rechnen zu der eigentlichen Blutarmut daher nur solche Fälle, bei denen die Ursache der Insuffizienz in einem Verlust an Blutzellen selbst oder einer Erkrankung des blutbildenden Knochenmarks gelegen ist. Die allgemein klinischen Zeichen anämischer Zustände sind darnach wechselnde Blässe der Haut und Schleimhäute, mangelhafte körperliche Leistungsfähigkeit mit abnorm rascher Ermüdung, Neigung zu Atemnot und Herzklopfen und eine Reihe anderer subjektiv weniger hervortretender Symptome. Objektiv erkennen wir die Zeichen der Blutarmut an einer Verminderung der Zahl der roten Blutkörperchen, des Farbstoffgehaltes und bestimmter zelliger Veränderungen. Besonders wichtig ist hierbei, ob Farbstoffgehalt und Zahl der Körperchen parallel gehen oder nicht. Das frische Blutpräparat läßt im mikroskopischen Bild schon die Verminderung der Zahl, aus der Art des Zusammenliegens, der sog. Geldrollenbildung, ferner den mangelhaften Farbstoffgehalt und besonders Veränderung der Form und Ausgestaltung deutlich erkennen. Noch sicherer können diese Verände-

rungen im gefärbten Blutausschlag zutage treten. Veränderungen der Färbbarkeit, Auftreten jugendlicher, kernhaltiger Zellformen und weitere Veränderungen lassen sich nur so mit Sicherheit nachweisen. Wichtig ist unter Umständen auch der Nachweis der Widerstandsfähigkeit der Körperchen gegenüber verschiedenen konzentrierten Salz- und Säurelösungen. Sie kann vermindert, selten auch vermehrt sein. Die Prüfung der Blutzähigkeit, der Reaktion, des spezifischen Gewichts u. a. m. kommen hinzu, nicht zu vergessen der wichtigen Begleiterscheinungen von seiten der weißen Blutzellen und der Blutplättchen. Leider verfügen wir über keine brauchbare Methode, die Gesamtmenge des Blutes richtig zu beurteilen. Brauchbare Methoden gestatten uns aber die anderen oben genannten Werte annähernd genau zu bestimmen. Von pathologischen, zu niedrigen Werten der Zahl roter Blutkörperchen sprechen wir dann, wenn die Zahl von 4,5—5 Millionen im Kubikmillimeter nicht erreicht wird, wenn der Farbstoffgehalt weniger als 90—100 Prozent einer als Norm aufgestellten Testlösung oder Farbenskala beträgt. Der Farbstoffgehalt kann allein vermindert sein oder doch bedeutend stärker als die Zahl der roten Blutkörperchen, beide können parallel gehen oder sich sogar umgekehrt verhalten. Manche Bluterkrankungen haben ihre besonderen typischen Krankheitsbilder.

Im allgemeinen werden zwei Arten von Anämie mit besonderen Merkmalen der Blutveränderung, *primäre und sekundäre symptomatische Anämien* unterschieden. Bei den ersteren wird eine reine primäre Bluterkrankung angenommen. Die sekundären Anämien stellen nur eines vieler Symptome einer sonstigen Grundkrankheit dar. Indessen ist zu bemerken, daß hier eine Unterscheidung oft schwer möglich ist, da vielfach fließende Übergänge bestehen. Viele sogenannte primäre Anämien gehen letzten Endes doch auf eine anderswo lokalisierte Ursache zurück und viele sekundär symptomatische Anämien können nach Abheilen der veranlassenden Erkrankung als selbständige Erkrankung oder Nachkrankheit lange Zeit fortbestehen. Jedenfalls ist als eine erste Regel für jede Behandlung anämischer Zustände zu fordern, daß man zuerst die Ursache der Blutveränderung zu ergründen sucht, daß man also von der Annahme einer symptomatischen Bluterkrankung ausgehen muß. Die Diagnose einer primären selbständigen Bluterkrankung kann nur durch Ausschluß anderer Möglichkeiten gestellt werden.

Gehen wir nun den *Ursachen der Anämie* näher nach, so erscheint es zweckmäßig, zuerst der Störungen der Blutbereitung im wachsenden Organismus zu gedenken. Da das Blut an den allgemeinen Wachstumsvorgängen hervorragenden Anteil nimmt und erst mit der Pubertätszeit etwa als Organ definitiv ausgebildet ist, sind einmal die funktionellen Ansprüche an unser Zellsystem in der Entwicklungszeit in besonderer Weise ausgeprägt, sodann aber auch die Gefahren einer Schädigung

und ihre Bedeutung für den Gesamtorganismus von besonderer Wertigkeit.

Schon der *Eintritt in das extrauterine Leben* bringt die stärksten Umwälzungen für die funktionellen Leistungen des roten Blutzellenapparates. Während vorher der mütterliche Organismus die Zufuhr von Nährsubstanzen und besonders von Sauerstoff vermittelte, die fötale Lunge noch in Untätigkeit verharrte, tritt mit dem Eintritt in die Umwelt und dem ersten Atemzuge der ganze Ernährungsapparat und die Lunge in Tätigkeit. Die roten Blutkörperchen treten in direkten Gasaustausch mit der atmosphärischen Luft. Der gesamte Stoffwechsel erfährt durch die äußere Nahrungszufuhr eine erhebliche Änderung und die Aufgabe und funktionelle Bedeutung der roten Blutzellen ist zweifellos plötzlich mächtig erhöht. Daß dem so ist, sehen wir auch an den Veränderungen der roten Blutzellen selbst, die diese gegen Ende der Schwangerschaft offenbar als Anpassung an größere funktionelle Leistungen erkennen lassen. In den ersten Entwicklungsmonaten ist die Blutbildung im Vergleich zu später eine geringere, die einzelnen Zellen sind größer, volumenreicher, reicher an Hämoglobin. Große Zellen mit mächtigen Kerngebilden sind die kernhaltigen Vorstufen der Körperchen. Gegen Ende der Schwangerschaft verschwinden diese großen Zellformen aber mehr und mehr, kleine kernhaltige Zellen treten immer reichlicher an ihre Stelle und die definitiven kleinen kernlosen Blutscheibchen beherrschen schließlich völlig das rote Blutbild. Die Folge ist, daß die Gesamtoberfläche der Körperchen und damit die Basis zur Aufnahme des Sauerstoffs mächtig vergrößert wird. Die Blutbildung stellt sich auf eine breitere Fläche und einen gesteigerten zelligen Umsatz ein.

Die plötzliche Belastungsprobe, die der Blutzellenapparat mit dem Einsetzen der Lungenatmung zu bestehen hat, wird nun meist ohne Störungen bestanden. Nicht so selten treten aber vorübergehend oder dauernd, ja selbst als vererbare konstitutionelle Störung Zeichen mangelhafter Anpassung der roten Blutzellen auf. Ihre Widerstandsfähigkeit ist zu gering, sie erliegen abnorm rasch den auf normale Resistenz und Lebensdauer eingestellten zerstörenden Kräften. Die Organe der Zerstörung, insbesondere die Milz, schwellen mächtig an. Infolge des reichlicher fre werdenden Blutfarbstoffes ist die Gallenbildung in der Leber mächtig gesteigert. Solange die Neubildung der roten Blutkörperchen und die Gallenbildung dem Zellzerfall die Wage halten, brauchen weitere krankhafte Folgeerscheinungen nicht aufzutreten. Oft versagt aber das eine oder das andere oder meist beide zugleich. Die Folgen sind ein mangelhafter Ersatz des Verlorenen und je nach der Insuffizienz wechselnde Grade von Blutarmut. Zugleich wird bei Insuffizienz der Gallenbildung ein Teil des Farbstoffes unverarbeitet von den Säften aufgenommen und in den Geweben abgelagert. Allgemeine Gelbsucht stellt sich ein. Die

Insuffizienzerscheinungen können auch erst spät im Verlauf des Lebens infolge einer Gelegenheitsursache eintreten, periodisch schwankend oder aber von Geburt an bestehen und das ganze Leben dauern. Sie können, wie erwähnt, zahlreiche Glieder einer Familie in mehreren Generationen betreffen. Die Krankheit ist bekannt unter dem Namen des *hämolytischen Ikterus*.

Aber neben diesen dauernden selteneren konstitutionellen Blutschäden scheinen doch auch rasch vorübergehende Insuffizienzerscheinungen recht häufig in den ersten Lebenstagen aufzutreten. Es ist ja eine außerordentlich häufige Erscheinung, daß Säuglinge kurze Zeit nach der Geburt eine mehrere Tage anhaltende Gelbsucht aufweisen. Das Allgemeinbefinden pflegt kaum gestört zu sein. Es ist kaum zweifelhaft, daß ein Teil, ja wohl der größte Teil dieser Fälle als ein Zeichen vorübergehender Insuffizienz des Blutzellapparates gegenüber den extrauterin gesteigerten Ansprüchen aufzufassen ist. Die zu wenig resistenten Zellformen der letzten Embryonalzeit werden abnorm rasch zerstört, der freiwerdende Farbstoff überschwemmt die Säfte, bis die Zellen resistenteren, den neuen Lebensbedingungen angepaßten Formen Platz gemacht haben. Wir sehen also, schon der erste Eintritt in das äußere Leben bringt bedeutende Umwälzungen und erhebliche Gefahren für das Blutzellenleben mit sich.

(Schluß folgt.)

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria).

7. Der Botanische Garten der Zoologischen Station Rovigno in dem Hagelschlag vom 4. März 1916.

(Mit einer Barometerkurve und einer Photographie.)

A. Nachdem in der Morgenfrühe des 4. März bereits zwei Gewitter aus Südost über Istrien heraufgezogen waren, näherte sich gegen $\frac{1}{4}$ 9 Uhr aus derselben Ecke ein neues Unwetter. Unter unaufhörlichem Blitzen kam es langsam heran und stand nach 9 Uhr östlich der Stadt. Es ging fast kein Wind, und der dünne Regen rieselte nahezu senkrecht hernieder, auch dann noch, als sich von $\frac{1}{2}$ 10 Uhr ab Hagelkörner mit ihm mischten. Wie diese erbsengroßen Schlossen aus dem unbewegt daliegenden tiefdunklen Meere Milliarden hüpfender Brunnen herauschlugen, die wie Kristalle schimmerten, wie Irrlichter aufstrahlten, das war ein zauberhafter Anblick. Später schlugen größere Körner ein, 10, 12 und 15 mm im Durchmesser haltende Kugeln, deren Wirkung auf die Wasserfläche sich unter den kleineren deutlich hervorhob. Als dann, die letzten 10 Minuten, Körner herunterstürzten, die 22—28 mm maßen, da wurde das Meer zu ellen- und halbmeterhohen Fontänen aufgepeitscht, und gleichzeitig kräuselte sich auch seine Oberfläche ein wenig unter einem aufkommenden Winde.

Bald nach 10 war das Schlimmste vorüber. Das Wetter zog nach Nordwesten ab, in seiner Bahn sich auch weiter an die Küste anlehnend, und hinterließ nur noch ein paar Wolkenfetzen, aus denen es leise weiter regnete. Gegen $\frac{1}{2}$ 11 Uhr fuhr noch ein ganz naher Blitz aus heiterem Himmel herab, und dann war alles vorbei.

B. Gleich darauf war der Garten in eine 3 cm dicke Decke von Eiskörnern gehüllt, und darauf hingeschüttet lagen die Blätter, Blüten, Früchte und Zweige, die dem Hagel zum Opfer gefallen waren.

1. Am meisten betroffen waren die Erdbeerbäume. Unter diesen immergrünen *Macchiensträuchern* lag Blatt neben Blatt, glatt am Grunde des Stieles abgetrennt und dazwischen Triebe von 2, 3 und mehr Jahren. Den nach unten hängenden jungen Fruchtständen war nichts geschehen. Der *Lorbeer* dagegen hatte gerade in den mit dicken Blütenknospen schwer beladenen Sprossen die stärksten Verluste erlitten, während seine ebenfalls lederigen Blätter in etwas geringerer Zahl zu Boden geschlagen waren. Auch *Rhamnus alaternus*, der immergrüne Kreuzdorn, hatte viel von seinen kleinen Zweigen verloren; finger-, ja handlange Blütenzweige lagen am Boden, und von den einzeln abgeschlagenen Blättern zeigten manche Risse, die senkrecht vom Rand her bis zum Mittelnerven reichten, Verletzungen, wie sie ähnlich auch



Fig. 1. Hagel über dem Meere. (Rovigno, 4. März 1916.) Das Wetter zieht im Bilde von links nach rechts, d. i. von Südsüdost nach Nordnordwest. (Nach einer Photographie von Hermann Fehner, Architekten in Wien.)

manche Lorbeerblätter zeigten. Arbutusblätter hatten neben solchen Verwundungen hier und da Risse parallel zum Hauptnerven. Elastischer als diese drei Glieder der istrischen Macchie erwies sich *Viburnum tinus*. Außer ein paar Blättern hatte der immergrüne Schneeball nur einige Döldchen aus seinen Blütenschirmen verloren. Dem *Liguster* und der *Myrte*, wie noch mehr den beiden harten Eichen der Macchie, der *Steineiche* und der *Korkeiche*, hatte das Unwetter kaum ein paar Blätter genommen, während die *Steinlinde* (*Phillyrea latifolia*, ein Ölbaumgewächs) ganz ohne Schaden davon gekommen war. Nur ein paar „Wassertriebe“ vom letzten Jahr, die aus einem alten Strunke herausgeschossen waren, hatten leichte Schürfungen ihrer Epidermis erlitten. Ob *Pistacia lentiscus*, der immergrüne Mastixbaum, Schäden erlitten hat, kann ich mit Sicherheit nicht sagen. Der Strauch stand wohl nicht innerhalb des Streubereichs der Hagelwolke. — Nicht das Geringste ist endlich auch den Ranken der Macchie, *Smilax* und dem *strauchigen Spargel*, geschehen, was ja die schwanken Stengel auch nicht anders erwarten ließen. Ob die *Brombeere*, die hier immergrün ist, Verletzungen erlitten hat, ist mir nicht ganz sicher.

Ihre alten Blätter zeigen um diese Zeit so viel schadhafte Stellen, daß man leicht falschen Deutungen anheimfallen könnte, und junge Triebe hat die Ranke jetzt noch nicht. — Wenn man endlich an den rutenförmigen Zweigen des *Harnstrauchs* (*Osyris alba*) so völlig vergeblich nach jeder Beschädigung gesucht hat, ist man schließlich erstaunt, einen Strauch von ähnlicher Wuchsform, den *Besenginster* (*Spartium junceum*), nicht nur seiner trockenen Zweigspitzen, sondern auch handlanger frischer Triebe beraubt zu sehen. Aber während *Osyris* die Stöße elastisch parieren kann, knicken die saftigen Jungtriebe des Ginsters zusammen. — Dem *Efeu* ist an seinen sterilen Sprossen gar kein Schaden geschehen; die rhombisch eiförmigen Blätter der fruchttragenden Zweige haben Risse entlang den Nebennerven erster Ordnung oder sind als Ganzes abgeschlagen.

2. In dem sommergrünen Buschwald des Karstes ist der Schaden, der Jahreszeit entsprechend, gering gewesen. Das *Geißblatt* in seinen Formen als *Lonicera implexa*, *etrusca* und *tatarica* hat einige fingerlange Zweige hergeben müssen. Die *flaumige Eiche* hat nichts als ein paar vertrocknete Blätter vom vorigen Jahr, die sie noch festhielt, hingeben, aber noch längst nicht alle, und ähnlich hat der *Judasbaum* (*Cercis siliquastrum*) nur ganz wenige seiner alten, trockenen Schoten „verloren“.

3. Stärker hat der Hagel wieder in der *Karstheide* gewirkt. Von den *Cistus*röschen hat er die meisten jungen Triebe zu Boden geschmettert, von *Ruta graveolens* hat er ganze Äste abgerissen, von den *Wolfsmilcharten* die Blütenstände geknickt oder Blattreihen wegrasiert, und zarte Blüten, wie *Trichonema*, *Pulsatilla*, *Anemonia* und *Viola*, niedergeschlagen und zermalmt. Orchisblätter sind zerquetscht, und merkwürdigerweise ein paar *Iris*blätter geknickt. Der *Rosa centifolia* dagegen, in der Campagna hier überall häufig und eben aufs neue erblühend, waren nur einige Blütenstiele geknickt, doch nicht gebrochen. *Helichrysum* sowie *Salvia*- und *Artemisia*sträucher haben sich als ebenso unverwüstlich erwiesen wie die Gräser. — Wo an den Rändern der Heide oder des *Bosco Arum italicum* im Schußbereich des Hagels stand, da sind seine Blätter böse zerzaust worden, da haben sie Risse und Quetschungen überall und in jeder Form erlitten.

4. Den Pflanzen des *Salinobodens*, den *Salicornien*, *Artemisien*, *Obionen* und *Juncus*, wie auch anderen *Strandpflanzen* ist so gut wie nichts geschehen. *Asphodelus* und *Juncus* haben einfach die Hagelkörner in die Blattwinkel hineinrollen lassen und damit jeden Schlagschaden abgewehrt. — Dem am Rande des Salinobodens stehenden *Alant* (*Inula crithmoides*) hat es neben alten, trockenen Blättern jedoch einige junge Triebe gekostet.

5. Schwerer im ganzen Garten hat nichts gelitten als unter den *Kulturpflanzen* der *Mandelbaum*. Alles, was er an jungen Blättern, an Blüten und Fruchtansätzen besaß, und selbst die alten Früchte, die er noch festhielt, alles hat der Hagel abgeschlagen. Im ganzen gut gehalten hat sich der *Ölbaum*. Von seinen mit den Spitzen nach oben gerichteten Blattbüscheln hat er nur wenige fallen lassen. Eigentümlich sind die Verletzungen der *Orangensträucher*. Jedes Blatt, das nicht unter dem Hagelschlag zu Boden geschmettert ist, ist zerschlitzt, zerrissen und zerschmettert wie Zunder.

6. Von den *Zierpflanzen* unseres Gartens soll letzten Endes insofern doch auch geredet werden, als die Er-

fahrungen an ihnen geeignet sein könnten, allgemeine Schlüsse zu festigen. Vom *Oleander* sind kränkelnde Zweige und viele Blätter abgeschlagen, aus deren Rändern gelegentlich dreieckige Stücke herausgerissen worden sind. Von den *Zypressen* hat der Hagel fingerlange Zweige abgebrochen, besonders solche, die eben mit Knospenähren beschwert waren. Ebenso ist es den *Thujen* ergangen, und *Pinus Strobus*. Dem Essigbaum sind nur einige alte Fruchtstände abgeschlagen. Den *Passifloren* sind die Blätter senkrecht vom Rande her eingerissen. *Bambus* hat handlange Zweige verloren. Der *Paternosterbaum* hat einige der Früchte vom letzten Jahre ausgestreut, die meisten hält er noch fest. *Evonymus japonica* hat sich fast ganz so verhalten wie der Erdbeerbaum. Von *Paeonia arborea* sind die an Spitzen mit jungen Blütenknospen beschwerten Triebe abgeschlagen. Die *Agavenblätter* haben Schrammen, Schürfungen der Oberhaut erlitten, sofern sie nicht ganz senkrecht standen, und alle Zweigstücke des *Feigenkaktus*, die wagerecht standen, sind mit Quetschungen übersät wie von Daumeneindrücken und haben darin dreistrahlige Risse erlitten, die wie Blitzfiguren verlaufen; teilweise sind sogar die Ränder der Zweige ausgebrochen.

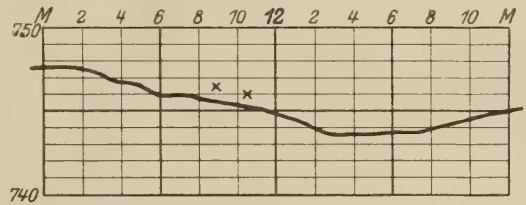


Fig. 2. Barometergang in Rovigno am Sonnabend, den 4. März 1916.

C. Die Hagelkörner waren nur zum kleinsten Teil kugelig. Die meisten, den Eindruck hatte man, waren unregelmäßig gestaltet, einige wie Brombeeren, andere wie Eier. Sie entsprachen also in Größe und Gestalt und Bau etwa den Bildern 1, 2, 4, 5, 7, 9 und 10 auf Tafel 26 in *Julius von Hanns Lehrbuch der Meteorologie* von 1915. — Wo sie in stehendes Wasser gefallen waren, schwammen sie so dicht gedrängt, daß auf ein dm^2 18.18 bis 20.20 gingen, worunter sich dann immer 12 bis 18 des größten Kalibers befanden. Beim Auftauen in flachem Süßwasser schmolzen sie mit durchsichtigem Eise zusammen. In Seewasser tauchten sie einzeln weg. Während dieses Vorgangs erinnerten sie an Muscheln oder Fischschuppen oder Gehörsteinchen der Fische. Selten zerschmolzen sie konzentrisch. Die auf der Erde liegenden schmolzen von oben her schneller weg, so daß sie sich also von oben nach unten abflachten. Am Nachmittag waren sie fast alle zertaut. Die Temperatur betrug an diesem Tage in der Erde in ± 30 cm Tiefe (andere Thermometer habe ich jetzt nicht zur Hand) $5,2^\circ$, am folgenden Tage $5,0^\circ$, was wohl für eine hohe Wärme des Regens spricht. — Mit welcher Wucht die Hagelkörner aufschlugen, habe ich nicht gemessen. Wenn ich recht unterrichtet bin, liegen darüber überhaupt noch keine Beobachtungen vor. Doch scheint mir, daß sich aus unserer Schilderung, wie der ungestört niederfallende Hagel auf stehendes Wasser gewirkt hat, ein Weg ergeben könnte, derartigen Fragen experimentell nachzugehen.

D. Wenn diese Kraft einmal bekannt ist, wird man über die Wirkung des Hagels auf Pflanzen noch Gewisseres aussagen können, als es 1885 *L. Kny* mög-

lich war, der vor der Deutschen Botanischen Gesellschaft (Band 3) über die Anpassung der Laubblätter an die mechanischen Wirkungen des Regens und Hagels sprach und bald darauf von einigen Versuchen berichtete über den Widerstand, welchen die Laubblätter an ihrer Ober- und Unterseite der Wirkung eines sie treffenden Stoßes entgegensetzen. Ich selbst habe in diesen kleinen Mitteilungen nicht vor, mich eingehender zu der Frage zu äußern, obwohl uns heute für das Laubblatt die „Anatomisch-physiologische Untersuchung“ Hermann von Guttenbergs über „das immergrüne Laubblatt der Mediterranflora“ (Botanische Jahrbücher 1907) und für die Sprosse die „Anatomie und Biologie der jungen Achsen einiger Macchienpflanzen“ von Hermann Oppermann (Göttinger Dissertation, 1911) helfend zur Verfügung stünden. Ohne den planmäßigen neuen Versuch kämen wir doch nicht weiter. Knys Experimente haben nur die Materialstärke unter einer in der Natur kaum jemals verwirklichten Bedingung geprüft. Beim Blatt, so scheint es uns, kommt es außer auf den anatomischen Bau, die äußere Form, die Beschaffenheit des Baustoffes und das Alter darauf an, wie es angeheftet ist und welchen Hebelwirkungen es beim Aufprall der Hagelkörner gewachsen ist. Beim Sproß fragt es sich in erster Linie, wie alt er ist, ob er elastisch oder spröde, fleischig oder holzig ist, in welchem Winkel er am älteren Zweige sitzt, und ob und wie er mit Blättern, Blüten und Früchten beladen ist.

Rovigno, den 12. März 1916.

Dr. Thilo Krumbach.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Die Ukraine.

In der Sitzung am 6. Mai hielt Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Albrecht Penck (Berlin) einen Vortrag mit Lichtbildern über die *Ukraine*. Der Vortragende gab zunächst in großen Zügen einen Überblick über die Geographie des russischen Flachlandgebietes, das die ganze Osthälfte Europas einnimmt und sich über verschiedene Klimazonen erstreckt, was äußerlich in der Änderung des Vegetationscharakters von der Tundra im Norden über den Wald und die Steppe bis zur Wüste im Südosten zum Ausdruck kommt. Die arktische Tundra ist nicht geeignet für feste Ansiedlungen und wird daher von den hyperboräischen Nomadenvölkern bewohnt. Weiter im Süden tritt zunächst nur niederer Gestrüpp, gewissermaßen als Vorposten des Waldes auf, der hier keine scharfe Polargrenze aufweist. Stellenweise findet sich in der Waldzone dichter Urwald, der z. B. im Gouvernement Wologda nur auf den das Dickicht durchziehenden Wasserläufen in Booten passierbar ist. Charakteristisch für das Steppenland im Süden ist die fruchtbare Schwarzerde (Tschernosom), die dem Löß, in der Nähe der Wolga auch den Kreideschichten aufgelagert ist. Mitten in der Grassteppe finden sich einzelne Waldinseln, z. B. bei Charkow ein einsamer Kiefernwald. Einzigartig sind die primitiven Erdwohnungen im Gouvernement Poltawa. Pösch hat den Nachweis erbracht, daß zwischen den Wald- und Steppenbewohnern, trotz der Gemeinsamkeit der Sprache, ein durchgreifender somatischer Unterschied besteht, während ein solcher bei den sprachlich verschiedenen Bewohnern der russischen Ostseeprovinzen nicht erkennbar ist. Diesen Landesteilen bietet jener weit nach Osten hin sich erstreckende Ausläufer der norddeutschen Seenplatte, der

erst jenseits der Waldaihöhen endet, einen wirksamen Schutz gegen das Hinterland, der viel dazu beigetragen hat, daß die Litauer, Letten und Esten ihre nationale Selbständigkeit bewahren konnten.

In der südlichen Hälfte der russischen Tafel bildet der Unterschied der beiden Wolgaufser, das hohe Bergufer rechts und das flache Wiesenufer links, einen wesentlichen Charakterzug in der physischen Geographie des Landes. Im Jahre 1860 hat der russische Naturforscher Karl Ernst v. Baer hierin die Äußerung eines allgemeinen Gesetzes in der Gestaltung der Flußbetten zu erkennen geglaubt, in welchem sich der Einfluß der Erdrotation bemerkbar macht, der alle Bewegungen auf der nördlichen Halbkugel nach rechts abzulenken strebt. Neuerdings ist man weniger geneigt, dieses sogenannte Baersche Gesetz für das steile rechte Wolgaufser verantwortlich zu machen, sondern vielmehr den Steilrand als eine große natürliche Grenze aufzufassen, die sich quer durch Rußland erstreckt, merkwürdigerweise aber niemals zur Abgrenzung von Staatsgebilden benutzt worden ist. Allerdings steht der Verwendung als politische Grenze auch der Umstand



Fig. 1. Grundlage aus Sydow-Wagners Atlas.

im Wege, daß die Wolga mehrere Monate lang eine feste Eisdecke trägt und dem Verkehr dann kein Hindernis bereitet.

Am mittleren Dnjepr, in der Ukraine, findet sich ebenfalls, wenn auch nicht so stark ausgeprägt, der Gegensatz zwischen dem Berg- und dem niedrigen Wiesenufer; im übrigen jedoch unterscheidet sich dieses Gebiet in mehr als einer Hinsicht von dem übrigen Rußland. Auch das Wirtschaftsleben beruht hier auf einer ganz anderen Grundlage als bei den eigentlichen Russen. Das vorherrschende Gestein ist der Granit, der auch den Untergrund Finlands bildet. Aber während bei letzterem die Gletscherbedeckung zur Eiszeit alle jüngeren Ablagerungen entfernt und den Boden abgeholt hat, so daß uns überall rein glaziale Formen entgegentreten, ist das Granitplateau am Dnjepr bedeckt mit fruchtbarem Löß, der stark von Schluchten (Boltas) durchsetzt ist. Der granitische Untergrund tritt jedoch in den Einschnitten der Flüsse zutage, und die Stromschnellen (Porogen) am Dnjeprknie werden durch eine Granitbarre verursacht. Der Fluß durchmißt hier eine gehobene Scholle der Erdoberfläche,

wogegen in seinem Oberlauf, besonders im Gebiet seines großen rechten Nebenflusses, des Pripet, das Land sich senkt. So finden wir alles umgekehrt, als man erwarten sollte: Rauschendes Gebirgswasser im Unterlauf und weites Sumpfgebiet im Oberlauf. Der Fluß kommt aus der Niederung und fließt ins Bergland. Diese Landschaft hebt sich also in bezug auf Zusammensetzung und Oberflächengestaltung deutlich ab von dem übrigen europäischen Rußland.

An die Granitschwelle lehnt sich im Südwesten die Tafelfläche von Podolien mit ihren vielgewundenen Tälern. Nach Norden hin bricht sie plötzlich ab, doch handelt es sich hier nicht um eine Bruchlinie, sondern um einen Klint, einen Zerstörungsrund, der nach der Wolhynischen Niederung absinkt, in der die Wasserscheide zwischen Ostsee und Schwarzem Meere liegt. Der Parallelismus der podolischen Flüsse setzt sich nach Galizien hinein fort, doch ist hier das Ostufer steil und das Westufer flach, so daß die Flüsse, als strategische Linien betrachtet, dem östlichen Gegner größere Vorteile bieten als dem westlichen. Beachtenswert erscheint auch der Umstand, daß östlich der Strypa die Flüsse in altes, hartes Gestein einschneiden, und daß somit die heutige strategische Position in Ostgalizien mit einer Gesteinsgrenze zusammenfällt.

Südwestlich von Podolien folgen die Schwellen von Beßarabien und der Moldau, welche durch langgedehnte Flächen und geradlinig verlaufende Täler ein besonders eigenartiges Gepräge erhalten. Nach Süden taucht das Land unter den Spiegel des Schwarzen Meeres unter, und seine Täler sind daher in Buchten verwandelt. Im Norden sinkt die Granitschwelle unter die Sumpffläche der Polesie ein, des größten Sumpfgebietes von Europa, das auch unter dem Namen der Rokitno- oder Pripet-sümpfe bekannt ist. Ein einheitlicher geologischer Aufbau ist im ganzen Lande unverkennbar, wie dieses überhaupt eine wohlausgesprochene Einheit im europäischen Boden darstellt. Sein Pflanzenkleid allerdings zeigt, wie das gesamte Rußland, den Unterschied zwischen Waldland im Norden, besonders in Wolhynien, und der Steppe im Süden. Dazwischen schaltet sich aber ein breiter Streifen offenen Parklandes mit weit ausgedehnten Wiesenflächen und Wäldern unten in den Tälern. Dieses Parkland reicht so weit wie die podolische Platte. Weiter im Westen zog sich ursprünglich einheitlicher Wald von Wolhynien herüber zu den Karpathen.

Einheitlich wie der Boden, ist auch die Bevölkerung des Landes. Von den Niederungen am Dnjepr und von den Sümpfen der Polesie reichen die Ukrainer herüber bis über die Karpathen an die ungarische Tiefebene heran. Sie sind körperlich verschieden von den Großrussen, und ihre Sprache ist auch abweichend. Sie wollen jenen nicht als Kleinrussen gegenübergestellt oder gar untergeordnet werden, wie es so vielfach geschieht, und sie lehnen auch den für sie in Österreich aufgekommenen Namen Ruthenen ab, der nichts anderes darstellt, als eine irrtümliche Schreibung des Wortes Russinen. Staatlich haben sie durch drei Jahrhunderte eine namhafte Rolle gespielt, als sie das Reich von Kiew begründeten. Aber dieses erlag dem Ansturm der Mongolen. Durch fünf Jahrhunderte ist sodann das Land ein Schauplatz von Kämpfen zwischen den ursprünglich im Walde wohnenden Slaven und den von der Steppe kommenden tatarischen und türkischen Völkern gewesen, eine wahre Grenze zwischen Ukrainern und Nomadenvölkern. Der Name Ukraina bedeutet nämlich nichts anderes als „Grenze“, ebenso wie der von Krain in Österreich. Zeitweilig ist bei diesen Kämpfen die

ukrainische Bevölkerung weit zurückgedrängt worden, und um die Wende des 15. und 16. Jahrhunderts ist alles Land südlich der Linie Kiew—Czernowitz menschenleer gewesen. Dann jedoch begann ein Rückschlag. Allmählich rückten die Ukrainer wieder südwärts vor, und sie haben sich im Laufe der letzten beiden Jahrhunderte an den Nordgestaden des Pontus bis an den Fuß des Kaukasus hin ausgedehnt. Es scheiden die von ihnen besiedelten Lande in ähnlicher Weise wie in Deutschland ein Stammland vom Koloniallande; das letztere reicht weit über die Grenze der Ukraine als geographische Einheit hinaus. Die Ukrainer sind ein Volk von 30 bis 35 Millionen, von denen $\frac{2}{7}$ in Rußland, $\frac{1}{7}$ in Österreich und Ungarn leben. In Rußland sind sie der Möglichkeit eigener kultureller Entwicklung beraubt, da ihnen die Pflege ihrer Sprache unmöglich gemacht ist. Freier leben sie in Österreich und Ungarn; aber auch hier liegen die Verhältnisse zur freien Entfaltung ihres Volkstums nicht günstig. Der Adel ist polnisch und der Handelsstand jüdisch, und ebenso ist es in den benachbarten Gebieten Rußlands. Aber wenn auch die Ukrainer heute ein Volk im wesentlichen ohne Bürger und ohne eigenen Adel darstellen, so darf man doch nicht so pessimistisch über ihre Zukunft denken, wie es gelegentlich, namentlich von polnischen Schriftstellern, geschehen ist. Das Beispiel der Bulgaren lehrt, daß sich ein Bauernvolk rasch und glänzend zu entwickeln vermag, wenn es von seinem Unterdrücker befreit wird. Es kommt eben darauf an, ob der Kern des Volkes gesund ist, und daß dies bei den Ukrainern der Fall ist, kann nicht bezweifelt werden.

O. B.

Zur Geschichte des optischen Glases.

(Rohr, M. von, Zur Geschichte des optischen Glases. Deutsche Opt. Wochenschr. 1915/16, I, S. 369—372†; 382—385; 395—396; 404—405; 419—420; 431—434†; 444—445; 470—471 vom 19. III. ab.)

Der Hauptinhalt des Aufsatzes läßt sich wohl am besten durch die umstehende Zeittafel wiedergeben, wobei der Anteil einer jeden der drei in Betracht kommenden Hauptnationalitäten gesondert ist. Ferner sind im Gegensatz zu den wesentlich *technischen* Arbeiten (Herstellung schlierenfreier, durchsichtiger, haltbarer, nicht zu kleiner Werkstücke) die wesentlich *optischen* (Erzielung von Glasarten mit besonderen optischen Eigenschaften, Erkenntnis wichtiger theoretischer Beziehungen) durch Kursivdruck hervorgehoben.

Man erkennt ferner, daß sich nur an wenigen Stellen Sonderbetriebe für optisches Glas entwickelt haben, solche von gegenwärtig lange dauernder Bedeutung nur im Zusammenhange mit *Guinand-Fraunhofer* (wofür ich 1909 in der Zft. f. Instrkde. 29, S. 50—57, einen Stammbaum veröffentlicht habe) und in Jena. Die Vereinzelung von *Maës* und *Lamy* ist nur scheinbar: sie stehen wahrscheinlich in einer — mir noch unbekannten — Verbindung mit dem auf *H. Guinand* zurückgehenden Zweige. Die irgendwie vermittelten Beziehungen von *Clairaut* zu *Blair*, von *Blair* zu *Brewster-Barlow* und zu *Fraunhofer*, von *Fraunhofer* zu *Harcourt-Stokes*, von *Stokes* zu *Abbe* und von *Abbe-Schott* zurück zu dem französischen und dem englischen Zweige der Glasfamilie *Guinand-Fraunhofer* lassen sich hier und da wirklich aufzeigen, sind an anderen Stellen vorläufig nur zu vermuten. In der Zeittafel ließen sie sich nicht einfach zum Ausdruck bringen.

Moritz von Rohr, Jena.

Zeittafel der wichtigsten Ereignisse für die Entwicklung des optischen Glases

in England	in dem französischen Sprachgebiet	in Deutschland
Seit dem 15. Jahrhundert Kronglas (aber nicht für optische Zwecke).	Seit dem 14. Jahrhundert Herstellung von Kronglas (aber nicht für optische Zwecke).	
1663 Kristall (Flintglas) (aber nicht für optische Zwecke).		
1730 Verbessertes Flintglas (aber nicht für optische Zwecke).		
1729 Chester Moor Hall baut das erste (geheimgehaltene) achromatische Objektiv.		1762 Clairaut erkennt den disproportionalen Gang der Dispersion.
1758 J. Dollond baut achromatische Fernrohre zum Verkauf.		1763 J. E. Zeihers Versuche, für schwere Flintarten die Abhängigkeit von Brechung und Zerstreuung von der Zusammensetzung zu ermitteln.
Zeitraum undeutlicher Unterstützung von den	Akademiebestrebungen zur Hebung der Glasindustrie, auch	Ergebnislose Versuche Privater.
1791 R. Blairs Flüssigkeitslinsen zur Hebung des sekundären Spektrums.	Seeämtern; hauptsächlich Versuche, Flint zu schmelzen.	
	1775 Versuche von P. L. Guinand.	
	1805 seine Übersiedelung nach Benediktbeurn.	
	1809 Versuche von du Fougereais in le Creuzot.	1809 Einweihung J. Fraunhofers.
	1811 Versuche von d'Artigues in Vonêche-Baccarat.	1811 Glasschmelzung von Fraunhofer und Guinand.
1813 D. Brewsters Versuche in dieser Richtung.		1814 Kündigung Guinands und Rückwanderung nach les Brenets.
		1816 Gründung einer kleinen Glashütte in les Brenets gemeinsam mit seinem Sohne Aimé Guinand.
		1814—17 Versuche, das Glas haltbarer zu machen und ein Glaspaar mit übereinstimmendem Gange der Dispersion zu schmelzen.
1828—1833 Flüssigkeitslinsen P. Barlows in einer nach Art des Teleobjektivs angelegten Verbindung.	1824—1830 im wesentlichen vergebliche Versuche des Londoner Glasausschusses unter Leitung von M. Faraday.	1826 Tod Fraunhofers.
	1848 Auswanderung G. Bon Temps zu Chance Brothers.	1826—1883 Fortführung des Unternehmens durch die Familie Merz. Zunächst Monopolstellung für große Scheiben. Halten an der Schmelzung nur für den eigenen Bedarf fest.
1862—1870 Umfangreiche Versuche mit optischem Glase zur Lösung des Fraunhoferschen Problems von Harcourt-Stokes.		1856 L. Seidel über die Bildfeldkrümmung in mäßig dicken Systemen aus alten Glasarten.
1871 Tod Harcourts.	1827—28 erfolglose Versuche von H. Guinand und G. Bon Temps.	1856 Umachromatisierung des Porträtobjektivs durch J. Petzval.
1874 Versuche von Stokes.	1828—1848 Bon Temps in Choisy-le-Roy.	1876—78 Aufstellung des Abbeschen Programms.
1875 Versuche von Stokes und Hopkinson: Titansilikatglas bei Chance geschmolzen.	1832 H. Guinand und Ch. Feil in Paris.	1880 Abbes Verbindung mit O. Schott.
1874 Dawsons später bekannt gewordene Versuche mit Magnesium- und Barytglas.	Ende der dreißiger Jahre: Steigerung des Glasbedarfs durch die Aufnahme der doppelten Theatergläser und der photographischen Objektive.	1884 Gründung des Jenaer Glaswerks von Schott u. Gen. Arbeiten am neuen Programm.
1877 Hopkinsons wichtige Messungen englischer Glasarten über das ganze Spektrum.	1839 Preisverteilung durch die Société d'Encouragement.	Steigerung der Haltbarkeit, der Durchlässigkeit im allgemeinen und für besondere Strahlengruppen.
	1851 Versuche von Maës mit Zinkkron.	1914 Gründung der Sendlinger Glaswerke.
	1868 Mascarts wichtige Messungen über das ganze Spektrum hin.	
	1877 Lamys Versuche m. Thalliumflint.	
	1887 Übergang der Feilschen Hütte an Ed. Mantois.	
	1893/94 oder etwas früher Aufnahme der Herstellung Jenaer Glasarten.	
	1900 Übergang der Hütte an N. Parra.	
Um 1900 Aufnahme der Herstellung Jenaer Glasarten.		
1915 Steigerung auf den 20-fach. Betrag der Friezenszeit.		

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W.

Heft 24.

16. Juni 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Zur Methodik der (pflanzen-) physiologischen Versuchsanstellung. Von *Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt*. S. 325.

Ueber Blutarmut und ihre ursächlichen Beziehungen. Von *Prof. Dr. Kurt Ziegler, Freiburg*. (Schluß.) S. 329.

Ueber das sogenannte mechanische Aequivalent des Lichtes und den schwarzen Körper als Lichtquelle bei verschiedenen Temperaturen. Von *Dr. Alfred R. Meyer, Berlin*. S. 333.

Besprechungen:

Hjelt, Edv., Geschichte der organischen Chemie von ältester Zeit bis zur Gegenwart. Von *Paul Jacobson*. S. 336.

Euler, Hans, und Paul Lindner, Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung. Von *H. Pringsheim*. S. 337.

Hägglund, Erik, Die Sulfitablaue und ihre Verarbeitung auf Alkohol. Von *H. Pringsheim*. S. 339.

Physikalische Mitteilungen:

Ein neuer Schallschreiber. α -Teilchen mit großer Reichweite. Ueber Dosimeter und Dosimetervergleiche. Beiträge zur Kenntnis der Kristallröntgenogramme. S. 339—341.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 341.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1916, H. 6 u. H. 7. S. 343.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 8. S. 344.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, April 1916. S. 344.

Zeitschrift für Elektrochemie, 1916, Bd. 22, H. 9/10. S. 344.

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 4. S. 344.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Die willkürlich bewegbare künstliche Hand

Eine Anleitung für Chirurgen und Techniker

— von

F. Sauerbruch

ordentl. Professor der Chirurgie

Direktor der chirurgischen Universitäts-Klinik Zürich, s. Zt. beratender Chirurg des XV. Armeekorps

Mit anatomischen Beiträgen von

G. Ruge und W. Felix

Professoren am anatomischen Universitäts-Institut Zürich

und unter Mitwirkung von

A. Stadler

Oberarzt d. L., Chefarzt des Vereinslazarets Singen

Mit 104 Textfiguren

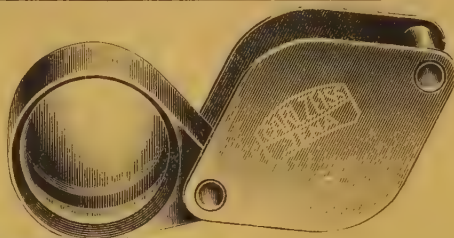
Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

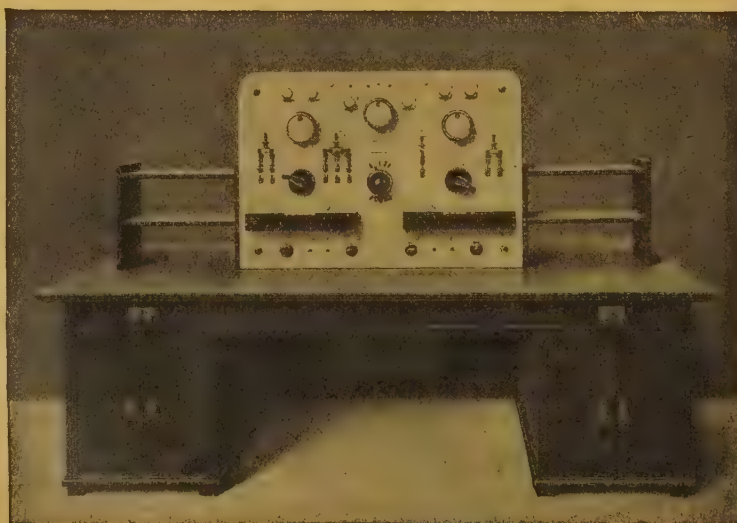
BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

16. Juni 1916.

Heft 24.

Zur Methodik der (pflanzen-)physiologischen Versuchsanstellung.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

Im nachstehenden sollen zwei Methoden der Versuchsanstellung, welche gelegentlich einer Untersuchung über den Einfluß der Rauchgase auf die Pflanzen mit Erfolg angewendet worden sind¹⁾, beschrieben werden.

1. Die Methode der „indirekten“ Vergleichspflanzen.

Wenn es gilt, zu ermitteln, welchen Einfluß die Änderung der äußeren Lebensbedingungen auf gewisse physiologische Vorgänge hat, so schlägt man in der Regel den folgenden Weg ein: Man nimmt zwei (oder mehrere) Versuchspflanzen, unterwirft dieselben im allgemeinen gleichen, nur in einem Punkt verschiedenen Lebensbedingungen und beobachtet den Unterschied in der Reaktion. Die Abweichung wird dann auf Kosten der *einen* abweichenden Lebensbedingung, deren Einfluß eben ermittelt werden soll, gesetzt.

Diese Methode mag ausreichen, wo es sich um formative — qualitativ verschiedene — Erfolge handelt, z. B. bei der Ermittlung des Einflusses der äußeren Bedingungen auf die Ausbildung gewisser Organe, auf die vegetativen bzw. reproduktiven Wachstumsvorgänge und dergl.

Schwieriger, d. h. schwerer faßbar, werden die Unterschiede, wenn quantitative, zahlenmäßig zu fassende Erfolge ermittelt werden sollen, z. B. die Schnelligkeit von Wachstums- und Bewegungsvorgängen, die Mengen aufgenommener oder abgegebener Stoffe (Assimilation, Atmung, Transpiration). In diesem Fall tritt als störender Faktor die individuelle Veranlagung, die ja sehr verschieden sein kann, hinzu und verwischt unter Umständen alle sichtbaren Unterschiede. Denn es kann der Fall eintreten, daß die individuellen Unterschiede zwischen den beiden Versuchspflanzen (in bezug auf die zu ermittelnde Lebensäußerung) größer sind als die durch den variierenden Lebensfaktor hervorgerufenen Abweichungen.

In diesem Fall wird man versucht sein, auf die Vergleichspflanze ganz zu verzichten und die Wirkung des zu studierenden Lebensfaktors an einem und demselben Individuum zu ermitteln. D. h. man wird ein und dasselbe Individuum der Reihe nach Lebensbedingungen aussetzen, die sich nur durch *einen* Faktor unterscheiden. Theoretisch scheint dies leicht durchführbar. In der

Praxis stellen sich dieser Methode große Schwierigkeiten entgegen. Denn einerseits ist es fast unmöglich, *hintereinander* Lebensbedingungen zu schaffen, welche in *jeder* Hinsicht (Wärme, Licht, Feuchtigkeit usw.) außer in dem einen fraglichen Faktor übereinstimmen, andererseits kann sehr leicht der Fall eintreten, daß der Ausschlag auf einen gewissen Lebensfaktor gemäß dem Entwicklungszustand bzw. der demselben entsprechenden inneren Periodizität ungleich ausfällt, beispielsweise wird ein wachstumsbeschleunigender Faktor nur dann zur Geltung kommen, wenn das Entwicklungsstadium derart ist, daß Wachstum überhaupt noch möglich ist. Eine Methode, welche in der Mitte zwischen den beiden beschriebenen steht, den Fehler der Individualität ausschaltet und dabei doch den Vorteil der vollkommenen Übereinstimmung der allgemeinen Lebensbedingungen gewährt, ist die folgende:

Zwei (oder mehrere) möglichst gleiche und gleich entwickelte Pflanzen (A und B) werden zunächst unter vollkommen gleichen Lebensbedingungen eine Zeitlang beobachtet und der zu ermittelnde Lebensvorgang zahlenmäßig dargestellt. Dabei zeigt sich sehr bald, inwieweit individuelle Verschiedenheiten bestehen und wie groß dieselben sind. Dieser Unterschied läßt sich durch eine Verhältniszahl ausdrücken, welche in der Regel mehr oder weniger konstant sein wird. Nun wird A dem zu studierenden Faktor unterworfen, während die übrigen Lebensbedingungen die gleichen sind wie die des Individuums B, das (möglichst) unter den gleichen Bedingungen wie bisher weiter beobachtet wird.

Mögen die letzteren nun, namentlich soweit sie der Experimentator nicht fest in der Hand hat (z. B. Licht), etwas anders werden, so wird dadurch das Ergebnis des eigentlichen mit A angestellten Versuches nicht beeinflusst. Die Pflanze B sagt uns nun, wieviel der beobachteten Abweichungen auf die Änderung z. B. des Lichtfaktors kommt. Unter Berücksichtigung desselben erkennen wir schließlich einwandfrei, welchen Einfluß der zu studierende Faktor hatte.

Die ganze Versuchsanstellung mag zur weiteren Verständlichung an einigen Beispielen erläutert werden.

Es galt (bei den oben zitierten Untersuchungen), zu ermitteln, welchen Einfluß die schweflige Säure auf die Wasseraufnahme (und -abgabe) hat. Zu diesem Zweck wurden (unter Wasser abgeschnittene) Zweige der betr. Versuchspflanzen (Fichte, Weymouthskiefer, Spitzahorn u. a.) in den einen Schenkel eines mit (ausgekochtem) Wasser gefüllten U-Rohrs eingedichtet, während der andere Schenkel mit einem engen Glasrohr in Verbindung stand. Die Versuchszweigpaare (A und B) wurden nun mehrere Tage lang — bei voll-

¹⁾ Neger und Lakon, Studien über den Einfluß von Rauchgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume (Mitt. k. s. forstl. Versuchsanst. 1914).

kommen gleichen äußeren Bedingungen — beobachtet bzw. ihr Wasserverbrauch (durch Transpiration) an dem engen Glasrohr abgelesen; es ergab sich so das Verhältnis $a : b$ (a der Wasserverbrauch von A, b der von B in gleichen Zeiträumen). Dann wurde der Apparat mit A in einen Raum (Glaskasten) gebracht, in welchem SO_2 aus wässriger Lösung verdunstete, während der Apparat mit B in einen gleich großen Raum übertragen wurde, in welchem Wasser aus einer Schale verdampfte (Licht, Wärme usw. sind in beiden Räumen gleich). Sowie sich die ersten, kaum sichtbaren Zeichen der SO_2 -Wirkung in einer schwachen Fahffärbung der Nadeln einstellten, wurden beide Apparate wieder in durchaus gleiche äußere Bedingungen versetzt und nun weiter beobachtet. In wiederholten Ablesungen wurde so das Verhältnis $a' : b'$ festgestellt (a' bzw. b' Wasserverbrauch von A bzw. B nach der Einwirkung der SO_2 auf A).

Bei den verschiedenen Versuchspflanzen wurden nun folgende Verhältniszahlen ermittelt:

I. *Fichte* (27. VI.—8. VII. 1913):

$a : b = 200 : 100$ (als Mittel aus drei Beobachtungen, wobei zur Erhöhung der Übersichtlichkeit auf $b = 100$ umgerechnet wurde). Die Verhältniszahl $200 : 100$ drückt also den individuellen Unterschied zwischen A und B bei vollkommen gleichen äußeren Bedingungen aus.

Nach der Räucherung von A:

$$\begin{aligned} a' : b' &= 7 : 11 \\ &= 3 : 5,5 \\ &= 7,5 : 15 \\ &= 9,2 : 18,7 \end{aligned}$$

usw. oder als Mittel aus 10 Beobachtungen nach Umrechnung der Werte auf $b' = 100$:

$$a' : b' = 38 : 100.$$

D. h. der Wert der Wasseraufnahme ist bei A von 200 auf 38 gesunken!

II. *Fichte* (15. VII.—30. VII. 1913) (Räucherung sehr schwach!):

$a : b = 61 : 100$ (Mittel aus 6 Beobachtung.),
 $a' : b' = 51 : 100$ („ „ 6 „ „),
 oder die Wasseraufnahme von A sank von 61 auf 51.

III. *Weymouthskiefer* (11. VI.—14. VI. 1913):

$a : b = 102 : 100$ (aus 5 Beobachtungen),
 $a' : b' = 87 : 100$ („ 8 „ „),
 d. h. die Wasseraufnahme von A sinkt von 102 auf 87.

IV. *Spitzahorn* (7. VII.—14. VII. 1913):

$a : b = 98 : 100$ (Mittel aus 5 Beobachtung.),
 $a' : b' = 38 : 100$ („ „ 9 „ „),
 d. h. die Wasseraufnahme von A sinkt von 98 auf 38.

In ähnlicher Weise wurde noch bei einer Reihe von anderen Pflanzen verfahren und ähnliche Verschiebungen der Verhältniszahlen ermittelt.

Um die Wasserabgabe an geräucherten Pflanzentrieben zu ermitteln, wurde auch die Methode der indirekten Vergleichspflanzen angewendet. Die Versuche wurden wie folgt angestellt:

Unter Wasser abgeschnittene Triebe wurden in einem wassergefüllten Wägerohr mittels doppelt durch-

bohrter Gummipfropfen gedichtet; in der zweiten Öffnung des Pfropfens steckt ein Glasrohr, das — um Verdunstungsverluste zu vermeiden — mit einem Gummipfropfen verschlossen wurde. Letzterer wurde von Zeit zu Zeit gelüftet, um Luft eintreten zu lassen. Wasserverluste vor der Räucherung: a und b (entsprechend den Versuchszweigen A und B), nach der Räucherung a' und b' , durch Wägung auf der analytischen Waage ermittelt. Umrechnung aller Zahlen auf b bzw. $b' = 100$.

Versuche:

I. *Fichte* (28. VI.—7. VII. 1913):

$a : b = 90 : 100$ (aus 2 Beobachtungen),
 $a' : b' = 77 : 100$ („ 7 „ „),
 also die Wasserabgabe von A (verglichen mit B) sinkt von 90 auf 77.

II. *Fichte* (15. VII.—30. VII. 1913):

$a : b = 240 : 100$ (aus 6 Beobachtungen),
 $a' : b' = 60 : 100$ („ 6 „ „),
 also relative Wasserabgabe von 240 auf 60 gesunken.

III. *Weymouthskiefer* (11. VI.—14. VI. 1913):

$a : b = 117 : 100$ (aus 4 Beobachtungen),
 $a' : b' = 57 : 100$ („ 3 „ „),
 also relative Wasserabgabe von 117 auf 57 gesunken.

IV. *Spitzahorn* (7. VII.—14. VII. 1913):

$a : b = 94 : 100$ (aus 3 Beobachtungen),
 $a' : b' = 29 : 100$ („ 8 „ „),
 also relative Wasserabgabe von 94 auf 29 gesunken.

Die Versuche mit Spitzahorn sind in der Weise angestellt worden, daß der gleiche Apparat, an dem die Wasseraufnahme abgelesen wurde, von Zeit zu Zeit gewogen wurde, um die Wasserabgabe zu ermitteln; daher zeigt sich hier auch die bemerkenswerte Ähnlichkeit der Wertabnahmen:

Wasserabgabe von 94 auf 29,
 Wasseraufnahme „ 98 „ 38.

Noch deutlicher zeigte sich dies in einem zweiten Versuch mit Spitzahorn (19. VI.—23. VI.):

Rel. Wasserabgabe von 55 auf 17,
 Rel. Wasseraufnahme „ 55 „ 19.

Zweifellos könnte die soeben beschriebene Methode, die ich als Methode der „indirekten“ Vergleichspflanzen bezeichnen möchte, weil die Vergleichspflanze nur dazu dient, etwaige durch Änderung der Lebensbedingungen entstehende Fehlerquellen erkennbar zu machen, für manche andere physiologische Untersuchungen wertvolle Dienste leisten.

Recht anschaulich können die so erhaltenen Beobachtungszahlen auch in Kurven zum Ausdruck gebracht werden. Dabei stellt die Kurve A' den Verlauf des physiologischen Vorgangs unter dem Einfluß des zu untersuchenden Faktors, die Kurve B den gleichzeitig verlaufenden Vorgang bei der Vergleichspflanze dar. Die Kurve A dagegen ergibt sich aus der vorher erhaltenen individuellen Verhältniszahl durch Umrechnung aus der Kurve B. Die Kurve A ist also nicht direkt

durch Beobachtung gewonnen, sondern drückt aus, wie der Vorgang bei *A* verlaufen wäre, wenn der betreffende beeinflussende Faktor nicht gewirkt hätte. Der Vergleich von *A* und *A'* gibt also ein Bild von der Wirkung des fraglichen Faktors unter Ausschluß der sonst so störenden individuellen Verschiedenheiten. Solche Kurven sind z. B. für den Fall I. Fichte (Wasseraufnahme) in Fig. 1 dargestellt.

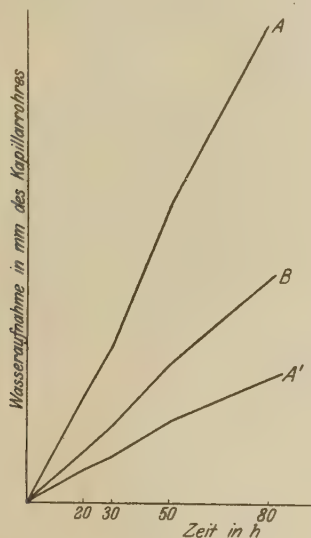


Fig. 1.

A' Kurve der Wasseraufnahme eines Fichtentriebes nach der Einwirkung von SO_2 .

B Kurve der Wasseraufnahme eines anderen Fichtentriebes in der gleichen Zeit und unter gleichen Bedingungen wie *A'*, aber nicht geräuchert.

A Kurve, welche angibt, wie in dieser Zeit die Wasseraufnahme des ersten Fichtentriebes hätte sein sollen (ohne vorherige Räucherung), wenn das Verhältnis von $A : B = 200 : 100$.

2. Die spezifische Transpiration.

Bei der Bestimmung der Transpirationsgröße und ihrer Umrechnung auf vergleichbare Werte pflegt man in der Regel auf die Oberfläche, seltener auf das Gewicht zu beziehen¹⁾.

Bei Reduktion auf das Gewicht zieht man — da der Wassergehalt sich ja während des Versuches ändert — vor, das Trockengewicht zugrunde zu legen.

Burgerstein meint, die Berechnung der Transpiration auf Gewichtseinheit sollte nur dann vorgenommen werden, wenn die Versuchspflanzen derselben Art angehören oder wenigstens morphologisch und biologisch wenig differenzieren. Daß unter Umständen auch bei derselben Spezies die Umrechnung auf die Flächeneinheit vorzuziehen ist, geht aus dem folgenden Beispiel hervor.

Angenommen, es wäre das Verhältnis der Transpiration eines Sonnenblattes zu der eines Schattenblattes der gleichen Art — beide unter

gleiche Bedingungen gebracht — zu ermitteln. Das Sonnenblatt sei bei gleicher Oberfläche doppelt so schwer als das Schattenblatt, was in der Natur leicht vorkommen kann. Wäre nun das Transpirationsverhältnis für die gleiche Oberfläche: Sonnenblatt : Schattenblatt = $a : b$, so wäre das Verhältnis bezogen auf Gewicht Sonnenblatt : Schattenblatt = $a : 2b$, also wesentlich anders.

Aber auch die Beziehung auf gleiche Oberfläche kann nicht in jeder Hinsicht befriedigen. Abgesehen davon, daß sie auf technische Schwierigkeiten stößt, wenn nadelförmige Blätter in Vergleich zu ziehen sind, deren Oberfläche kaum genau zu ermitteln ist, so ist noch in Erwägung zu ziehen, daß die Größe der Transpiration — namentlich bei lebenden Organen — keineswegs nur eine Funktion der Oberfläche ist, sondern auch in Beziehung steht zu dem der Pflanze ursprünglich zur Verfügung stehenden Wasservorrat. Die spezifischen Unterschiede der Transpiration kommen entschieden am besten zum Ausdruck, wenn wir ermitteln: *Wieviel von dem vorhandenen Wassergehalt geht in einer gewissen Zeit durch Transpiration verloren?* Der große Unterschied zwischen Xerophyten und Hygrophyten offenbart sich dann, indem erstere äußerst haushälterisch, letztere sehr verschwenderisch mit ihrem Wasserkapital umgehen; die verschieden große Oberfläche ist nur eines der Mittel zum Zweck.

Die Beziehung der Transpiration auf den vorhandenen Wassergehalt ist nach folgendem Schema zu ermitteln:

Zwei möglichst gleiche Triebe (z. B. eines Nadelbaumes) *A* und *B* werden gewogen (a und b). *A* wird zur Bestimmung der Transpiration verwendet. Die Gewichtsverluste in bestimmten Zeiten geben die absolute Transpirationsgröße (t').

B wird zur Wasserbestimmung verwendet, d. h. der Trieb wird (in tariertem Becherglas) bis zur Gewichtskonstanz im Trockenkasten getrocknet. Der Wassergehalt von *B* betrage w' . Die Proportion

$$a : b = w : w',$$

$$w = \frac{a w'}{b}$$

ergibt dann den Wassergehalt w des Versuchszweiges *A*.

Die spezifische Transpiration T (bezogen auf ursprünglichen Wassergehalt) findet man dann nach der Formel:

$$T : 100 = t' : w,$$

$$T = \frac{100 t'}{w}.$$

Es ist unbedenklich, aus dem Wassergehalt des Zweiges *B* — möglichst große Gleichheit beider vorausgesetzt — denjenigen von *A* zu berechnen, da die Erfahrung lehrt, daß der Wassergehalt gleichalter Triebe einen nahezu konstanten Wert darstellt. Natürlich dürfen deshalb bei immergrünen Holzgewächsen stets nur gleiche Nadel-

¹⁾ Burgerstein, Die Transpiration der Pflanzen. Jena 1904.

jahrgänge in Beziehung zueinander gebracht werden.

An einigen Beispielen sei nun gezeigt, daß das beschriebene Verfahren der Bestimmung der spezifischen Transpiration recht brauchbare und anschauliche Werte liefert.

Vergleichende Transpirationsversuche mit verschiedenen Nadeljahrgängen von Fichte, Tanne, Kiefer, Eibe¹⁾:

Fichte (Mittelwerte aus 3 Versuchsreihen):

	1jährig	2jährig
<i>w</i>	57,7 %	55,14 %
<i>T</i> (spez. Transp.):		
nach 24 Std.	8,73 „	11,27 „
„ 48 „	12,02 „	17,56 „

Fichte (Mittelwerte aus 2 Versuchsreihen):

	1jährig	2jährig	3jährig
<i>w</i>	57,0 %	55,22 %	53,8 %
<i>T</i> (spez. Transp.):			
nach 24 Std.:	9,45 „	11,68 „	12,84 „
„ 48 „	12,93 „	16,27 „	17,58 „

Tanne (Mittelwerte aus 3 Versuchsreihen):

	1jährig	2jährig
<i>w</i>	57,34 %	56,76 %
<i>T</i> (spez. Transp.):		
nach 24 Std.	6,87 „	10,00 „
„ 48 „	10,95 „	18,58 „

Tanne (Mittelwerte aus 2 Versuchsreihen):

	2jährig	3jährig	4—5jährig
<i>w</i>	56,92 %	56,17 %	55,29 %
<i>T</i> (spez. Transp.):			
nach 24 Std.	6,4 „	7,2 „	7,5 „
„ 48 „	9,95 „	12,39 „	14,3 „

Eibe (Mittelwerte aus 3 Versuchsreihen):

	1jährig	2jährig
<i>w</i>	62,2 %	61,28 %
<i>T</i> (spez. Transp.):		
nach 24 Std.	3,3 „	4,7 „
„ 48 „	7,1 „	9,7 „

Kiefer (Mittelwerte aus 3 Versuchsreihen):

	1jährig	2jährig
<i>w</i>	57,44 %	57 %
<i>T</i> (spez. Transp.):		
nach 24 Std.	8,5 „	8,76 „
„ 48 „	13,04 „	14,46 „

Ähnliche Unterschiede wurden für die einzelnen Jahrgänge von immergrünen Laubböhlzern (z. B. *Ilex aquifolium*, *Evonymus japonica*) gefunden. Aus allen geht durchaus eindeutig hervor, daß, während der Wassergehalt mit zunehmendem Alter fällt, die spezifische Transpiration in gleichem Maß ansteigt.

Die Ursache für dieses merkwürdige Verhältnis dürfte größtenteils in der mit zunehmendem

Alter (bei Wassernot) abnehmenden Fähigkeit der Stomata, sich zu schließen (vgl. den Artikel „Die Atemwege der höheren Pflanzen“, diese Zeitschrift Bd. III, S. 241), zu suchen sein. Zweifellos ist die Lebhaftigkeit der Stoffwechselfvorgänge bei älteren Nadeln geringer als bei jüngeren, und wäre demnach eigentlich das umgekehrte Verhältnis zu erwarten.

Wertvolle Dienste leistete die Methode der Bestimmung der spezifischen Transpiration auch bei der Erforschung des Einflusses giftiger Gase auf die Wasserabgabe.

Auch hierfür möge ein Beispiel angeführt werden (ohne auf die Einzelheiten der Versuchsanstellung einzugehen):

Von Versuchspflanzen, deren eine Hälfte der Giftwirkung ausgesetzt war, während die andere Hälfte sich in der freien reinen Atmosphäre befand, wurden gleichartige Sprosse entnommen. (Dadurch, daß die Versuchssprosse von einem und demselben Individuum stammen, können die individuellen Unterschiede als ausgeschaltet betrachtet werden.)

Fichte (Nadeljahrgang 1912):

	gesunde Hälfte	krankte Hälfte
<i>w</i>	78,23 %	74,83 %
<i>T</i> (spez. Transp.):		
nach 20 Std.	5,03 „	29,04 „
„ 66 „	15,49 „	65,19 „

Fichte (Nadeljahrgang 1912):

	gesunde Hälfte	krankte Hälfte
<i>w</i>	81,33 %	80,25 %
<i>T</i> (spez. Transp.):		
nach 24 Std.	4,9 „	15,02 „
„ 66 „	15,63 „	46,79 „ usw.

Es ergibt sich also aus diesen und zahlreichen anderen Versuchen übereinstimmend, daß die spezifische Transpiration von gesunden und kranken Sprossen eines und desselben Pflanzenindividuum sehr verschieden ist, und zwar beträgt die des gesunden nur ungefähr ein Drittel derjenigen des kranken Sprosses. Die Ursache hierfür ist vermutlich, daß der Spaltöffnungsapparat der gesunden Nadeln gut funktioniert, während derjenige der kranken mehr oder weniger gelähmt ist¹⁾.

Ein Vorteil der Methode der Bestimmung der

¹⁾ Einige der hier mitgeteilten Zahlen wurden schon in meinem Aufsatz „Bot. Diagnostik der Rauchsäden“, diese Zeitschrift Bd. IV, S. 87, zitiert.

¹⁾ Dieses Resultat steht in scheinbarem Widerspruch zu demjenigen, das oben gefunden wurde, nach welchem rauchkranke Sprosse weniger stark transpirieren als gesunde. Der Widerspruch ist aber eben nur scheinbar. Bei den zuletzt beschriebenen Versuchen handelte es sich um abgeschnittene (an der Schnittfläche verklebte) Sprosse, welche sich also in Wassernot befanden; hier war die Wasserabgabe der gesunden kleiner als die der kranken, entsprechend dem oben erwähnten tätigen Spaltöffnungsschluß. Bei den angeführten früheren Versuchen (indirekte Vergleichspflanze) werden beide Sprosse von unten her mit Wasser versorgt. Da die Wasseraufnahme des kranken Sprosses schwächer ist als die des gesunden, so muß auch vergleichsweise die Wasserabgabe des gesunden größer sein als die des kranken, solange kein Anlaß besteht zum Spaltöffnungsschluß.

spezifischen Transpiration besteht zweifellos auch in der Einfachheit der Versuchsanstellung. Man braucht nichts als eine gute, nicht zu kleine analytische Wage, einige Glasgefäße und einen Trockenofen, Apparate, die im einfachsten ausgestatteten Laboratorium zur Verfügung stehen.

Über Blutarmut und ihre ursächlichen Beziehungen.

Von Prof. Dr. Kurt Ziegler, Freiburg i. Br.

(Schluß.)

Verfolgen wir weiter den Lebensweg des wachsenden Kindes, so tritt zunächst besonders deutlich die Beziehung ungestörter Blutbildung zu genügender und zweckdienlicher Ernährung, zu gesunder atmosphärischer Umgebung und Belichtung zutage. Mangel an gesunder Luft und Licht, unzureichende Ernährung können bei dem an sich gesteigerten Sauerstoffbedürfnis des wachsenden Organismus leicht zu einer Insuffizienz des Blutzellapparates führen. Der blutschädigende Einfluß luft- und lichtarmer Wohnungen, der ungesunden Kellerwohnungen vieler Großstädte, der Beschäftigung in Bergwerksbetrieben, langer schwerer Kerkerhaft sind ja längst bekannte Erscheinungen. Die Blutschädigung äußert sich hier besonders in mangelhaftem Farbstoffgehalt der Blutzellen. Ebenso bekannt ist die Wichtigkeit zweckmäßig zusammengesetzter Nahrung. Besonders wichtig erscheint die genügende Versorgung mit eisenhaltigen Nährsubstanzen. Im Experiment ließ sich erweisen, daß sehr eisenarme oder eisenfreie Ernährung schwere Grade von Blutarmut mit Milzveränderungen hervorzurufen vermag, die auch auf die Leibesfrüchte übertragen werden können. Durch Eisenzufuhr ließen sich die Schäden heilen.

Gewisse anämische Zustände des Wachstumsalters lassen sich darauf zurückführen, daß, wie bei vielen Organen, so das Blut mit der allgemeinen Körperentwicklung nicht Schritt hält. Diese sogen. Wachstumsanämien sind meist leichter Natur und gleichen sich bis zum Ende des Wachstums wieder aus. Verbinden sie sich aber mit gewissen Störungen des Knochenwachstums, z. B. rachitischen Veränderungen, so können vorübergehend oder längere Zeit auch schwerere Grade von Blutarmut bestehen.

Die Zeit des Pubertätsalters ist nicht nur für die definitive Ausgestaltung der Geschlechtscharaktere, sondern auch für die Blutbildung von einschneidender Bedeutung. Schon die frühesten Wachstumsvorgänge stehen stark unter dem richtenden, fördernden und hemmenden Einfluß von Stoffen der sogenannten Blutdrüsen. In der Pubertät erhalten diese Beeinflussungen durch das Erwachen der Funktionen der Geschlechtsdrüsen offenbar einen gewaltigen Antrieb, dessen Auswirkungen sich sowohl in der nervös-psychischen Sphäre, als besonders auch in bestimmten Wachstumsvorgängen

geltend machen. Ob die Blutbildung unmittelbar oder mittelbar davon berührt ist, steht dahin. Zweifellos aber bedeuten diese Wachstumsvorgänge eine wesentliche Mehrbelastung des Blutzellapparates. Störungen anämischer Natur müssen eintreten, wenn der Blutzellapparat sich diesen neuen Anforderungen nicht gewachsen zeigt. Im Wesen der Dinge liegt es begründet, daß hierbei das weibliche Geschlecht besonders häufig von Störungen betroffen ist. Die monatlichen Blutverluste geben der Blutbildung regelmäßig starke Antriebe, sie bedeuten aber gleichzeitig eine erhebliche funktionelle Belastung.

Während demnach beim männlichen Geschlecht Pubertätsanämien seltener sind oder doch nicht häufiger aufzutreten pflegen als die sogenannten Wachstumsanämien, sehen wir beim weiblichen Geschlecht relativ häufig in dieser wichtigen Entwicklungsphase anämische Zustände auftreten, die unter dem Begriff der Bleichsucht oder Chlorose allgemein bekannt sind. Zweifellos ist die Störung der Blutbereitung nicht das einzige Zeichen dieser eigenartigen Erkrankung, sie pflegt aber die wichtigsten und eindrucksvollsten Veränderungen zu kennzeichnen. Ein wesentliches Moment scheint dabei in einer mangelhaften Verwertung und Umsetzung des für die Blutbereitung so wichtigen Eisenminerals zu liegen. Diese Art von Blutarmut braucht nicht oder doch nicht mit hohen Verlusten der Zahl roter Blutkörperchen im strömenden Blut einherzugehen, sie ist aber stets durch eine mangelhafte Ausgestaltung aller oder vieler roter Blutzellen an dem eisenhaltigen Farbstoff, dem Hämoglobin, ausgezeichnet. Das einzelne rote Blutkörperchen enthält im Durchschnitt zu wenig Farbstoff, ist abnorm blaß. Schwerere Grade von Insuffizienz des Blutapparates können aber auch zur hochgradigen Zellverminderung im Blut bis auf die Hälfte und weniger des Normalen führen und durch das Auftreten erheblicher Veränderungen der Form und Färbbarkeit der einzelnen Körperchen das Bild schwerer Anämien hervorrufen. Charakteristisch ist vielfach das attackenweise Auftreten resp. die Neigung zu Rückfällen der Störung. Im späteren Alter pflegt die Erkrankung nicht mehr aufzutreten. Gelegentlich kann es auch zu leichten Zeichen gesteigerter Hämolyse mit leichten Graden von Gelbsucht kommen.

Abgesehen von den genannten mit den Entwicklungsvorgängen verknüpften Störungen kommen im Kindesalter im großen und ganzen die gleichen Ursachen von Blutschädigungen in Betracht, wie beim Erwachsenen. Besondere Kennzeichen des Kindesalters liegen darin, daß die reaktiven Erscheinungen, besonders das Auftreten jugendlicher und kernhaltiger Zellformen, meist in bedeutend stärkerem Grade als beim Erwachsenen ausgesprochen sind. Auch finden sich hier, je früher die Entwicklungsstufe, desto mehr, besonders leicht Anklänge an die der Embryonalzeit eigentümlichen Zellformen der Blutbildung.

Betrachten wir nun die durch äußere Ursachen

bedingten Formen von Blutarmut, so sei zunächst der als *primäre eigentliche Anämien* bezeichneten Blutkrankheiten gedacht. Schon lange waren Fälle von Blutarmut bekannt, welche in wechselfollem Verlauf zu hochgradigster Blutverarmung und schließlich zum tödlichen Ende führen, ohne daß außer den Blut- und gewissen Knochenmarksveränderungen und ihren direkten Folgeerscheinungen sonstige Organerkrankungen nachweisbar gewesen wären. Sie wurden daher als *primäre perniziöse Anämien* bezeichnet. Ehrlich zeigte nun, daß diesen Anämien meist besondere Blutveränderungen zugrunde liegen, die bei den sekundären symptomatischen Anämien in der Regel vermißt werden. Neben den auch sonst bei schweren Anämien auftretenden Veränderungen weist ein mehr oder weniger großer Teil der Blutzellen den sogenannten makrocytären Typus auf, große hämoglobinreiche Blutscheiben und häufig auch ihre kernhaltigen Vorstufen mit geschrumpften oder großen, oft monströsen Kernformen. Es sind ähnliche Zelltypen, wie sie für das frühe Embryonalleben charakteristisch sind. Man spricht daher vielfach von einem Rückschlag in den embryonalen Typus der Blutbildung. Der Hämoglobinreichtum der Zellen bewirkt es, daß häufig der Farbstoffgehalt gegenüber der Zahl der roten Blutzellen ein abnorm hoher ist. Die Ursache der Veränderung darf indessen nicht, wie es vielfach geschieht, auf eine überstürzte, übermäßige Anstrengung des blutbildenden Systems bezogen werden, vielmehr muß darin eher eine krankhaft verzögerte überwertige Zellreifung erblickt werden. Das Wichtige ist, daß diese Fehlbildung klar auf eine krankhafte Lebensbetätigung des zellbildenden Apparates im Knochenmark selbst hindeutet. Die Schädigung setzt also nicht an den peripheren Blutzellen, sondern in ihren Bildungsstätten an. Daher sind auch die Grade der Blutarmut, die in schwankendem Verlauf erreicht werden und dem Leben meist ein Ziel setzen, meist sehr hochgradig. Die Zahl der Blutzellen kann von der Norm von 4,5 bis 5 Millionen im Kubikmillimeter auf wenige Hunderttausend vermindert sein. Selbst Zahlen bis zu Einhunderttausend sind beobachtet. Gewöhnlich schwinden gleichzeitig auch die ebenfalls dem Knochenmark entstammenden weißen Zellen bis auf spärliche Reste im Blut. Ebenso nimmt die Zahl der Blutplättchen ab. Als Ursache kommen schwere Erschöpfungszustände nach wiederholten schweren Blutverlusten, durch langwierige zehrende Infektionskrankheiten, wie Syphilis, Magen- und Darmkrankheiten, auch die Gifte gewisser Darmparasiten, besonders gewisser Bandwürmer, in Betracht. Besserungen und Heilungen sind besonders bei parasitären Darmkrankheiten möglich. Sie leiten sich stets durch eine Rückkehr des pathologischen makrocytären Zelltypus zu dem kleinen normalen ein.

Gelegentlich kommen auch Erschöpfungszustände des Marks aus ähnlichen Ursachen vor,

bei denen ohne besondere krankhafte Merkmale der Blutzellen ein rasch fortschreitender Zellschwund im Blut wie im Knochenmark stattfindet. Sie werden als *aplastische Anämien* bezeichnet, erreichen ebenfalls die höchstmöglichen Grade von Blutzellverarmung. Die absolute Erschöpfung des Markgewebes macht meist jede Hilfe unmöglich.

Trotz der Bösartigkeit des Verlaufs echter perniziöser Anämien ist aber hervorzuheben, daß gelegentlich auch vorübergehend, z. B. nach Infektionskrankheiten, makrocytäre Blutveränderungen auftreten können. Besonders im frühen Kindesalter ist, wie erwähnt, das Auftreten von Makrocyten und ihren kernhaltigen Vorstufen bei schweren Anämien eine relativ häufige und prognostisch nicht so ungünstige Erscheinung.

Man hat nun den genannten Formen von Blutarmut als primären eigentlichen Anämien die sekundären gegenübergestellt, bei welchen die Blutveränderung nur eine mehr oder weniger stark hervortretende *Begleiterscheinung anderer Krankheitszustände* darstellt. Wie schon erwähnt, läßt sich aber eine scharfe Trennung nicht immer durchführen, da eine perniziöse Anämie auch als Symptom einer anderen Organerkrankung auftreten kann und andererseits sekundär symptomatische Anämien nach Abheilen der ursächlichen Erkrankung als scheinbar selbständige Erkrankung fortbestehen können.

Die meisten Zustände von Blutarmut sind aber zweifellos rein symptomatischer, sekundärer Natur. Sie begleiten die verschiedensten krankhaften Organveränderungen. Ihre Ursachen sind demnach außerordentlich mannigfaltig. Es wäre nun aber ganz unrichtig, anzunehmen, daß diese Blutschädigungen rein auf das periphere strömende Blut beschränkt bleiben. Vielmehr ist auch hier in letzter Linie maßgebend für den Grad anämischer Zustände die funktionelle Leistungsfähigkeit des Knochenmarks, also des blutbildenden Organs selbst. Eigentliche Anämien entstehen nur, wenn diese Organe nicht imstande sind, periphere Zellverluste in genügender Weise zu ersetzen. Hierin bestehen nun offenbar sehr große individuelle Verschiedenheiten. Außerdem ist zu bedenken, daß viele periphere Blutgifte, ebenfalls wieder in individuell außerordentlich verschiedener Weise, auch die blutbereitenden Systeme selbst schädigend in Mitleidenschaft ziehen können. Selbst schwere Zellverluste in der Peripherie können daher oft nur geringfügige anämische Symptome hinterlassen, während unter Umständen trotz geringen peripheren Mehrverlustes an Blutzellen infolge einer lähmenden Wirkung auf das rote Knochenmark schwere, stetig zunehmende Grade von Blutarmut entstehen können. Es versteht sich darnach von selbst, daß wir auf das biologische Verhalten der Blutzellen, die Art und Weise der dem Zellersatz dienenden Vorgänge, Form und Ausgestaltung der einzelnen Körperchen auch bei diesen Formen von Anämie das größte Gewicht legen müssen. Alle Veränderungen der Form und Aus-

gestaltung der Färbbarkeit roter Blutzellen, die eingangs erwähnt wurden, können auch bei den sekundären Anämien auftreten. Nur der makrocytäre Typus fehlt mit den erwähnten Ausnahmen. Die Zahl der Blutplättchen ist meist vermehrt.

Die einfachste Beziehung anämischer Zustände ist diejenige zu *Blutverlusten* aus durch irgendwelche Ursachen eröffneten Gefäßen. Ein einmaliger, selbst hochgradiger Blutverlust beim Gesunden verursacht meist nur kurz dauernde Zustände von Blutarmut. Der Verlust an wäßrigen und gelösten Bestandteilen wird sehr rasch durch Zufluß von Gewebsflüssigkeit ersetzt. Die zelligen Elemente sind in wenigen Wochen vollkommen ersetzt. Zahlreiche jugendliche, unter Umständen auch reichlich kernhaltige Formen treten dabei vorübergehend auf. Wiederholte schwere Blutungen oder Blutungen bei sonstwie schweren Erschöpfungszuständen können, allerdings, wie erwähnt, auch unheilbare progressive, oft tödliche Anämien nach sich ziehen. Oft hat hier eine Blutübertragung von Mensch zu Mensch lebensrettend gewirkt.

Diagnostisch wichtiger und schwerer zu beurteilen sind jene Anämien, die durch dauernde oder sehr häufig sich wiederholende an sich geringfügige Blutverluste aus Geschwürflächen, z. B. des Magen-Darmkanals, bedingt sind. Nicht selten sind sie das einzige offenkundige Symptom der Erkrankung des Magens oder Darms und können hohe Grade annehmen, bis schließlich geeignete Untersuchungsmethoden die Quelle der Blutung erkennen lassen.

Ihnen sind jene Anämien anzureihen, die durch *blutsaugende Darmparasiten*, z. B. das *Anchylostoma duodenale*, verursacht werden, wie die bei uns in Bergwerken und Ziegeleien auftretende und in tropischen Ländern viel verbreitete Wurmkrankheit. Manche Blutverluste kommen auch dadurch zustande, daß die Blutkapillargefäße abnorm durchlässig werden. Haut, Schleimhäute, Muskeln, Nieren und andere Organe können dadurch in verschiedenster Ausdehnung Sitz kleiner oder größerer Blutungen und Blutungsherde werden. Ursachen sind teils besondere Veranlagungen, teils erworbene schwere Erkrankungen und Vergiftungen.

Blutverluste entstehen auch dadurch, daß die Körperchen im strömenden Blut von Parasiten, z. B. den *Malariaplasmodien*, befallen und durch ihren Lebensprozeß zerstört werden. Aus fortdauernden Wiederholungen dieser Vorgänge können schwere Anämien hervorgehen. Individuell sind aber die Grade von Blutarmut bei ähnlichem klinischen Verlauf sehr verschieden. Man muß daher annehmen, daß in vielen Fällen auch giftige Schädigungen das Markgewebe selbst treffen und dadurch den Zellersatz ungünstig beeinflussen. Tatsächlich können sich aus sekundär anämischen Veränderungen bisweilen auch perniziös anämische mit den Zeichen schwerer fehlerhafter Zellbildung entwickeln.

Sehen wir schon hier die strenge Abhängigkeit

peripherer Blutschädigung resp. ihrer Folgeerscheinungen von der funktionellen Tüchtigkeit des blutbereitenden Zellsystems, so treten diese Bedingungen noch deutlicher bei dem Gros der begleitenden Anämien zutage, welche *durch das Eindringen giftig wirkender Substanzen in das Blut* bedingt sind. Denn viele dieser Gifte haben ihren Angriffspunkt nicht nur an den peripheren Blutzellen, sie vermögen vielmehr auch das rote Markgewebe zu schädigen und in seiner Produktionskraft zu beeinträchtigen. Verschiedenheiten der persönlichen Widerstandsfähigkeit, wechselnde Giftigkeit und Giftproduktion bakterieller Keime, das Auftreten giftig wirkender Zwischenprodukte bei dem Untergang resp. der Zerstörung körperlichen Gewebes in entzündlichen und geschwulstartigen Krankheitsherden können in unberechenbarer Weise Stärke und Ausdehnung der Blutschädigung beeinflussen. Je mehr dabei das blutbildende Gewebe in Mitleidenschaft gezogen ist, desto höhere Grade von Blutarmut kommen zur Entwicklung. Je inniger die organischen Beziehungen eines Organs und Gewebes zum Blutstrom sind, desto leichter werden schädliche Prinzipien aus Erkrankungsherden dieser Organe, wie z. B. Milz und Leber, in das Blut gelangen. Gehen wir nun kurz auf die verschiedenen Möglichkeiten dieser sekundären Blutschädigungen ein.

Anämische Zustände können gelegentlich durch *gasförmige Vergiftungen*, z. B. Einatmen von Kohlenoxyd, Stickoxyd, Schwefelwasserstoff, Blausäure entstehen. Die stärkere chemische Affinität dieser Stoffe zum Hämoglobin verdrängt den Sauerstoff und macht die betreffenden Blutkörperchen unfähig zum Dienste des normalen gasförmigen Stoffwechsels.

Von *Schwermetallen* spielen die Vergiftungen mit Blei die praktisch wichtigste Rolle. Individuell ist die Wirkung außerordentlich verschieden, bald kaum nennenswerte Blutschädigung trotz deutlicher sonstiger Vergiftungserscheinungen, bald fast ausschließliche Blutschädigung im peripheren Blut wie in der Blutzellbildung. Das relativ häufige Vorkommen jugendlicher Zellformen mit sogen. basophiler Tüpfelung kann besonders in chronischen Fällen diagnostisch wertvoll sein.

Andere Gifte, wie chlorsaures Kali, Anilinkörper, Phenolkörper, Pyrogallol, Nitrite, Jod, Chlorate u. a., lösen die roten Blutkörperchen in großer Zahl auf. Der frei werdende Farbstoff, das Hämoglobin, wird dabei in sogenanntes Methämoglobin übergeführt. Bei gewisser Menge in der Blutflüssigkeit kann er zum Teil durch die Nieren im Harn ausgeschieden werden. Saponin-substanzen, Schlangengifte, das Gift der Morcheln, des Farnsamens u. a., ebenso der Arsenwasserstoff lösen die lezithinhaltige Oberflächenschicht der roten Blutkörperchen auf, zerstören diese und lassen den unveränderten Farbstoff in das Blutplasma, evtl. auch durch die Nieren in den Harn übertreten. Auch artfremdes Eiweiß, in die Blutbahn gelangt, wirkt giftig und auflösend auf die

Körperchen. Besonders gilt dies auch vom Tierblut, das in die menschlichen Gefäße gebracht wird. Besonderes Interesse beansprucht die Tatsache, daß selbst normales Menschenblut einem schwer erkrankten Individuum gegenüber, z. B. gerade bei perniziöser Anämie, ähnliche Giftwirkungen zu entfalten vermag. Offenbar verursachen derartige Erkrankungen erhebliche, noch nicht näher bekannte physikalisch-chemische Zustandsveränderungen der Säfte und der roten Blutkörperchen, die sie normalen physikalisch-chemischen Konstitutionen gegenüber gewissermaßen artfremd machen.

Eine eigenartige Bluterkrankung, die ebenfalls auf konstitutioneller Veränderung der roten Blutkörperchen unter gewissen Giftwirkungen zu beruhen scheint, ist die anfallsweise durch geringfügige Reize, wie Kältereize, oder durch gewisse Protoplasmagifte verursachte Auflösung zahlreicher roter Blutkörperchen. Sie ist bei chronischen, besonders hereditär syphilitischen Erkrankungen und bei schwerer Malaria unter reichlicher Chinineinwirkung bekannt und wegen des Übertretens des gelösten Farbstoffes in den Urin als *paroxysmale Hämoglobinurie* resp. als *Schwarzwasserfieber* zuerst bezeichnet worden.

Häufiger als die genannten Giftwirkungen sind die Schädigungen von Blut und Blutbildung unter dem *Einfluß infektiöser Keime und der von ihnen erzeugten Gifte* sowie infolge *giftig wirkender Abbauprodukte*, die *beim krankhaften Gewebszerfall*, besonders krebsig entarteter Zellen, in das Blut gelangen. Diese Anämien sind zum Teil durch blutauflösende hämolytische Gifte bedingt, zum Teil sind sie wohl auch nur besondere Erscheinungsformen allgemeiner toxischer Stoffwechselstörungen und Wachstumsbeeinflussungen. Die individuellen Verschiedenheiten all diesen Schädigungen gegenüber sind außerordentlich groß. Nicht nur die persönliche Widerstandsfähigkeit des befallenen Individuums und seines Blutsystems bei gleicher angreifender Ursache wechselt in weitem Ausmaß, auch die Lebensbetätigung bakterieller Keime, Art und Wirkung der von ihnen produzierten oder an die Leibessubstanz gebundenen Gifte, die Einstellung des Organismus gegen diese, die verschiedenen Abwehrvorrichtungen sind nicht minder verschieden. In entsprechender Weise ist auch die Schädigung, die der Blutzellapparat erfährt, unberechenbar von Fall zu Fall verschieden.

Wenige Beispiele mögen genügen. Solide bösartige Geschwülste, z. B. der Haut, brauchen das Allgemeinbefinden und die Blutzusammensetzung nicht wesentlich zu beeinträchtigen. Lokalisierte Darmgeschwülste mit Zerfallerscheinungen pflegen dagegen rasch zunehmende Anämien zu erzeugen. Kommen noch die Schäden gestörter Verdauung und Aufsaugung hinzu, so können sich rasch jene Zustände von allgemeiner Blässe und Abmagerung einstellen, die als Kachexie bezeichnet werden.

Noch vielseitiger sind die Beeinflussungen des

Blutes durch Bakterien und ihre Gifte. Manche Bakterien oder Bakteriengifte verursachen, im Blute kreisend, nur sehr geringe Veränderungen, andere lösen die Blutkörperchen in großer Zahl auf, wirken hämolytisch. Bei der gleichen Spezies von Bakterien sehen wir gewisse Stämme ohne, andere mit starker Hämolyse verlaufen, z. B. Stämme der als Eitererreger bekannten Staphylo- und Streptokokken. Der Tuberkelbazillus beeinflußt selbst bei starken Veränderungen in den Organen, z. B. den Lungen, Blut und Blutbildung meist nur in geringem Grade. Tuberkulöse Erkrankungen der Milz können dagegen schwere hämolytische Anämien verursachen. Siedeln sich Bakterien, wie z. B. die Typhusbazillen, auch im Knochenmark selbst an, so können durch gewebliche Veränderungen Störungen der Blutbildung hinzukommen. Auf weitere spezielle Veränderungen des Blutes sekundär anämischer Art soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Die genannten Blutveränderungen bezogen sich wesentlich auf das System der roten Blutkörperchen. Die Erkrankungsmöglichkeiten unseres Systems sind damit aber nicht erschöpft. Es kommen auch entgegengesetzte Veränderungen mit erheblicher Vermehrung der roten Blutzellen auf das Zwei- bis Dreifache vor, die in den verschiedensten Ursachen begründet sein können.

Eine klinische Beurteilung anämischer Zustände darf sich indessen nicht mit den Veränderungen roter Blutkörperchen allein begnügen. Die Dichte der Blutflüssigkeit, die Blutzähigkeit, das Verhalten von Plasma und Serum, die Gerinnungsfähigkeit erfordern unter Umständen eingehende Berücksichtigung. Mangelhafte Gerinnungsfähigkeit, bekannt als vererbte Bluterkrankheit, Hä-mophilie, kann durch unstillbare Blutungen aus kleinsten Wunden auch schwere akute Anämien verursachen. Besondere Beachtung erfordern auch, wie schon angedeutet, die Verhältnisse der Blutplättchen. In jedem Falle muß auch das Verhalten der weißen Blutkörperchen einer speziellen Untersuchung unterworfen werden. Wenn dieses Zellsystem oder diese Zellsysteme auch unabhängig von den roten Blutzellen ihre eigene große Krankheitsgeschichte aufweisen, pflegen doch zellige Verluste durch Blutungen einerseits, toxisch infektiöse und parasitäre Einwirkungen andererseits bestimmte Reaktionserscheinungen auf die verschiedenen anämisierenden Ursachen von seiten der weißen Blutkörperchen hervorzurufen. Schwere Knochenmarkserkrankungen, wie etwa bei der perniziösen und aplastischen Form der Anämie, sind, wie erwähnt, meist durch funktionelle Beeinträchtigungen oder Zellschwund nicht nur der roten, sondern gleichzeitig auch der weißen Zellen gekennzeichnet. Bestimmte entzündliche Reizerscheinungen, eigenartige Zellverschiebungen durch besondere, z. B. parasitäre Giftwirkungen, Schwund der weißen vom Knochenmark gebildeten Zellen gegenüber den aus dem lymphatischen System stammenden Zellen und andere

Eigentümlichkeiten sind daher außerordentlich wichtige Begleiterscheinungen der Veränderungen des roten Blutbildes. In vielen Fällen können sie der Diagnose und der Erforschung der ursächlichen Beziehung anämischer Zustände bestimmend die Wege weisen. Im einzelnen hierauf einzugehen, ist nicht der Ort. Es sei aber betont, daß auch hier die Arbeiten und Forschungen *Ehrlichs* außerordentliche Bedeutung erlangt haben.

Wir sehen, die Ursachen anämischer Zustände sind außerordentlich mannigfaltig. Störungen der Entwicklung, organische wie anorganische Giftwirkungen, bakterielle und parasitäre Lebewesen, artfremdes Eiweiß, Zerfallsprodukte der eigenen erkrankten oder geschwulstartig entarteten Zellen kommen in Betracht. So vielgestaltig die Ursachen, so wechselnd sind auch die Wirkungen auf das Blut und das blutbildende System. Nur eine genaue Berücksichtigung einer großen Zahl einzelner Faktoren, die gesicherte Kenntnis vom Wesen der biologischen Reaktionserscheinungen der blutbildenden Apparate gestatten uns eine klare Einsicht von Wesen und Bedeutung der verschiedenen Formen anämischer Bluterkrankung. In den meisten Fällen vermögen sie auch der Diagnose und unserem therapeutischen Handeln die richtigen Wege zu weisen.

Über das sogenannte mechanische Äquivalent des Lichtes und den schwarzen Körper als Lichtquelle bei verschiedenen Temperaturen.

Von Dr. Alfred R. Meyer, Berlin.

(Eigenbericht nach ETZ. S. 142, 157, 1916.)

Unter den elektrischen Lichtquellen haben zurzeit diejenigen die größte Verbreitung, die auf reiner Temperaturstrahlung beruhen, und die man daher gewöhnlich kurz Temperaturstrahler nennt (Glühlampen, Reinkohlebogenlampen). Es erschien deswegen auch vom praktischen Standpunkte besonders interessant, die theoretisch ableitbaren Gesetzmäßigkeiten zu verfolgen, nach denen ein solcher Temperaturstrahler bei verschiedenen Temperaturen Licht aussendet.

Die Untersuchung, die zu diesem Zwecke durchgeführt wurde, bewegt sich in ähnlichen Bahnen wie die früheren Arbeiten von *Eisler*, *Nutting*, *Ives* und *Pirani* und *Miething*¹⁾, indem sie ebenfalls den schwarzen Körper als Repräsentanten der Klasse der Temperaturstrahler wählt, und indem sie für ihn die wesentlichen Fragen beantwortet; sie geht über den Rahmen dieser Arbeiten hinaus, indem sie unter Benutzung des neueren Zahlenmaterials die fraglichen Probleme teils eingehender behandelt, teils die Untersuchungen auf einen größeren Temperaturbereich ausdehnt.

Auf Grund des Wien-Planckschen Gesetzes sind wir in der Lage, für jede Temperatur des schwarzen Körpers die

relativen Werte der bei den einzelnen Wellenlängen ausgestrahlten Energie zu ermitteln; wir können also auch die auf das Gebiet der sichtbaren Strahlung entfallende Energieverteilung angeben. In Fig. 1 ist die berechnete Energieverteilung in Abhängigkeit von der Wellenlänge für die Temperatur $T = 3500^\circ$ abs.¹⁾ wiedergegeben, und es ist der Bereich der sichtbaren Strahlung durch zwei parallele Gerade besonders bezeichnet. Als Grenzen des sichtbaren Gebietes wurden dabei — bis zu einem gewissen Grade willkürlich — die Wellenlängen 400 und 750 $\mu\mu$ angenommen, bei denen die Augenempfindlichkeit weniger als 0,5 % der Empfindlichkeit beim Empfindungsmaximum (550 $\mu\mu$) beträgt. Der Wert der zwischen den angegebenen Grenzen ausgestrahlten Energie läßt sich dann durch Integration bestimmen, die Gesamtstrahlung für alle Wellenlängen kann aus dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz ermittelt werden, und das Verhältnis beider (Fig. 2) zeigt an, in welchem Maße sich der auf das sichtbare Gebiet entfallende Anteil der Gesamtstrahlung mit der Temperatur ändert; das Maximum ist mit 43,6 % bei 6800° erreicht.

Die im Gebiet der sichtbaren Wellenlängen ausgestrahlte Energie wird nun von unserem Auge durchaus nicht gleichmäßig bewertet, da dieses bei 550 $\mu\mu$ den Höchstwert seiner Empfindlichkeit besitzt, und da z. B. die auf diesen Wert bezogene relative Empfindlichkeit bei 500 $\mu\mu$ 36 %, bei 600 $\mu\mu$ 67 % beträgt. Diese Zahlen entstammen der von *Ives*²⁾ an zahlreichen Beobachtern ermittelten mittleren Empfindlichkeitskurve des menschlichen Auges, die den weiteren Rechnungen zugrunde gelegt ist.

Man kann daher die im Gebiet der sichtbaren Strahlung ausgesandte Energie im Verhältnis der relativen Augenempfindlichkeiten reduzieren, wie dies die in Fig. 1 eingezeichnete Kurve zeigt, und kann so für verschiedene Temperaturen des schwarzen Körpers die Bewertung der sichtbaren Strahlung als Licht im Verhältnis zur sichtbaren Strahlung selbst für den Fall ableiten, daß die Empfindlichkeit des Auges zwischen 400 und 750 $\mu\mu$ überall dieselbe wie bei 550 $\mu\mu$ wäre. Das Ergebnis der Rechnungen ist in Fig. 3 wiedergegeben; aus ihr geht hervor, daß die sichtbare Strahlung für $T = \text{rd. } 5300^\circ$ abs. mit dem günstigsten Nutzeffekt von etwa 34,5 % in Licht umgesetzt wird.

Es liegt nahe, den Nutzeffekt auch für die Gesamtstrahlung als Bezugswert zu ermitteln, mit anderen Worten also Fig. 2 und 3 zur Fig. 4 zu kombinieren. Aus ihr wird ersichtlich, daß im günstigsten Falle bei rund 6600° abs. nur 14,6 % der Lichtwirkung erzielt werden, die erreichbar wäre, wenn unser Auge für sämtliche Wellenlängen, Ultraviolett wie Ultrarot einschließlich, dieselbe Empfindlichkeit wie beim Empfindlichkeitsmaximum besäße.

Auf Grund dieser relativen Werte ist nun ein unmittelbarer Vergleich mit den praktisch erreichten Zahlen noch nicht durchführbar, da die absoluten Beträge des pro Flächeneinheit vom schwarzen Körper bei den verschiedenen Temperaturen ausgesandten Lichtstromes und die dazu im Gebiet der sichtbaren Strahlung bzw. als Gesamtstrahlung aufzuwendenden Leistungen in Watt noch nicht ersichtlich sind. Auch diese Zahlen wurden ermittelt, indem für eine einzelne Temperatur (2000° abs.) der zugehörige Wert

¹⁾ *Eisler*, ETZ. Bd. 25, 1904, S. 188; *Nutting*, Bulletin Bureau of Standards Bd. 6, 1910, S. 337; *Ives*, Transactions Ill. Eng. Soc. Bd. 5, 1910, S. 113; *Pirani* und *Miething*, Verh. d. Dtsch. Phys. Ges. Bd. 17, 1915, S. 219.

¹⁾ Die Konstante c_2 des Wien-Planckschen Gesetzes ist zu $c_2 = 1,44$ angenommen.

²⁾ *Ives*, Phys. Rev. Bd. 35, 1913, S. 401.

des vom schwarzen Körper pro mm² ausgesandten Lichtstromes (0,147 HK₀ = 1,85 Lumen) den experimentellen Untersuchungen von Lummer und Pringsheim¹⁾ entnommen wurde, und indem die für dieselbe Fläche bei den verschiedenen Temperaturen aufzuwendende Leistung für die Strahlung des sichtbaren Gebietes bzw. für die Gesamtstrahlung aus dem Wien-Planckschen Gesetz unter Benutzung der Konstante

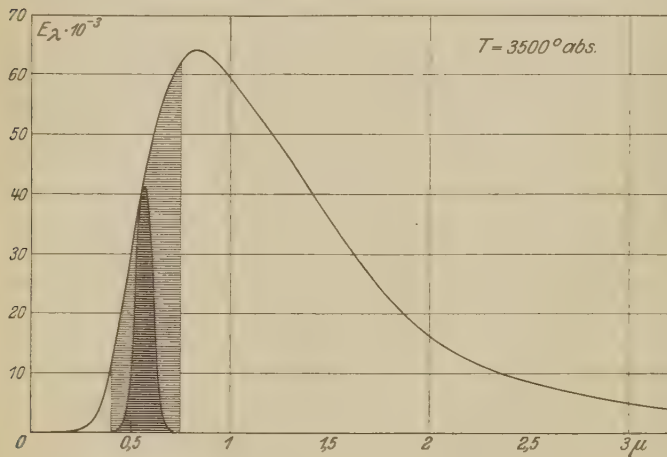


Fig. 1. Strahlung des schwarzen Körpers bei $T = 3500^\circ \text{ abs.}$ in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

$C_1 = 3,55 \cdot 10^{-14}$ und aus dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz unter Zugrundelegung des Wertes $\sigma = 5,36 \cdot 10^{-14}$ berechnet wurde.

Das Ergebnis der Rechnungen ist in den Fig. 5 und 6 enthalten. Von ihnen gibt Fig. 5 die vom schwarzen Körper bei verschiedenen Temperaturen pro mm² Oberfläche ausgesandten sphärischen Hefnerkerzen

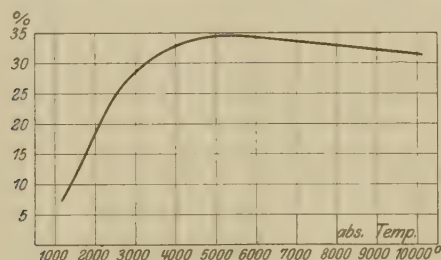


Fig. 3. Im Verhältnis der Augenempfindlichkeit nach Ives bewertete Strahlung des schwarzen Körpers zwischen den Wellenlängengrenzen 0,4 und 0,75 μ , bezogen auf den Wert der Strahlung selbst, in Abhängigkeit von der absoluten Temperatur.

wieder, und es läßt sich aus ihr errechnen, daß die Lichtstärke bei 1600° abs. mit etwa der 15. Potenz der absoluten Temperatur ansteigt, daß diese Zahl bei 4000° auf etwa die 7. Potenz gefallen ist, und daß die Lichtstärke bei 10000° nur mit rund der 3. Potenz der Temperatur anwächst. Fig. 6 dagegen bezieht sich auf die zwischen den Wellenlängengrenzen 0,4 und 0,75 μ als sichtbare Strahlung pro sphärische Hefnerkerze aufzuwendende Leistung und zeigt uns, daß bei rund 5300° abs. die geringste Leistung mit 0,0403 W für eine sphärische Hefnerkerze benötigt wird.

Der Wert der Abbildung liegt nicht nur darin, daß sie uns für den außerhalb des Gebietes der sichtbaren

Wellenlängen keine Energie verlierenden Idealkörper angibt, wieviel Watt für eine Kerze bei jeder Temperatur, d. h. bestimmter Energieverteilungskurve und damit gegebener Lichtfarbe aufgewendet werden, sondern daß sie uns auch die Möglichkeit gibt, für einen Strahler von bekannter Lichtausbeute pro Watt, bekannten Strahlungseigenschaften im sichtbaren Gebiet und bekannter Temperatur den Energieanteil zu be-

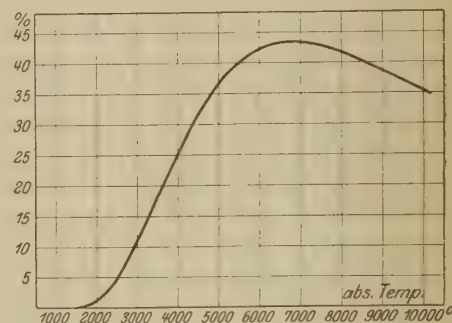


Fig. 2. Auf das sichtbare Gebiet (0,4 bis 0,75 μ) entfallende Strahlung des schwarzen Körpers in Prozenten der Gesamtstrahlung bei verschiedenen Temperaturen.

rechnen, der als Strahlung im sichtbaren Gebiet zur Lichterzeugung aufgewandt wird.

Ferner erkennen wir, daß wir uns mit den normalen elektrischen Glühlampen, deren Fadentemperatur bei den Einwattlampen rund 2320° abs. ¹⁾, bei den hochkerzigen Halbwattlampen rund 2760° abs. ²⁾ beträgt, noch in einem relativ ungünstigen Temperaturgebiet befinden, daß aber bei 4000° bereits recht günstige Verhältnisse vorliegen. Auch sehen wir, daß eine

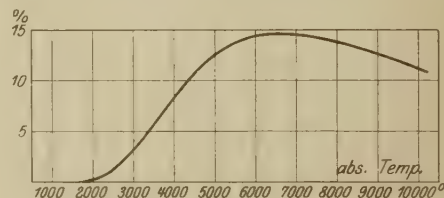


Fig. 4. Unter Benutzung der Ivesschen Empfindlichkeitskurve bewertete Strahlung des schwarzen Körpers in Prozenten der Gesamtstrahlung bei verschiedenen Temperaturen.

Steigerung der Temperatur über 6000° hinaus vom Standpunkte des Nutzeffekts ohne Wert wäre, da die Ausnutzung wieder ungünstiger wird. Ein Interesse an der Überschreitung dieser Temperatur liegt daher um so weniger vor, als wir bei diesem etwa der Sonnentemperatur entsprechenden Werte die Lichtfarbe des Tageslichtes erreichen würden.

Die wichtigste Erkenntnis aber, die uns die Fig. 6 vermittelt, liegt wohl darin, daß sie uns zahlenmäßig den Wert der Größe wiedergibt, die man früher als das „mechanische Äquivalent des Lichtes“ bezeichnete, da man sie fälschlich als Konstante ansah. Da man darunter neuerdings des öfteren die Leistung angesehen

¹⁾ Pirani und Meyer, ETZ. Bd. 33, 1913, S. 720.

²⁾ Pirani und Meyer, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 33, 1915, S. 397.

¹⁾ Lummer und Pringsheim, Phys. Zeitschr. Bd. 3, 1901, S. 97.

findet, die nötig ist, um, beim Empfindlichkeitsmaximum des Auges ausgestrahlt, eine Kerze zu erzielen, so erschien es angebracht, durch Prägung einer neuen Bezeichnung jede Verwechslung nach Möglichkeit auszuschließen. Als solche wurde die Benennung „spezifische Lichtleistung für 1 sphärische Kerze“ gewählt. Wendet

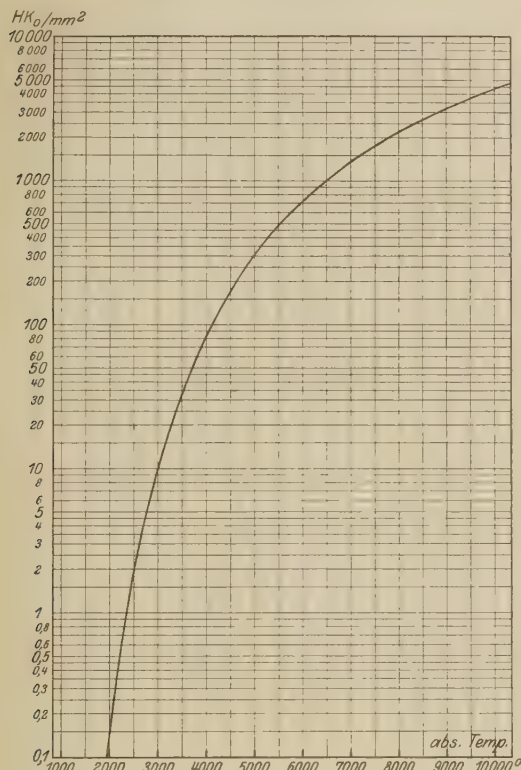


Fig. 5. Vom schwarzen Körper bei verschiedenen Temperaturen für 1 mm² Oberfläche ausgesandte sphärische Hefnerkerzen.

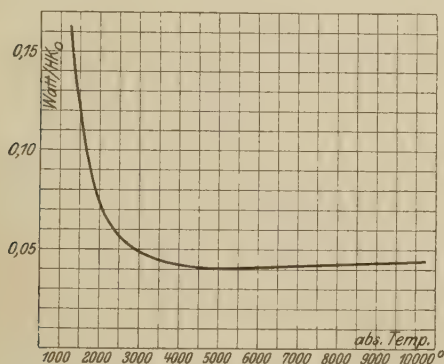


Fig. 6. Für eine sphärische Hefnerkerze vom schwarzen Körper im sichtbaren Gebiet (0,4 bis 0,75 μ) ausgestrahlte Watt in Abhängigkeit von der Temperatur in absoluter Zählung.

man sie an, so besagt Fig. 6, daß die spezifische Lichtleistung für 1 sphärische Kerze bei 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 und 10 000° abs. 0,122, 0,074, 0,0485, 0,042, 0,041 und 0,044 W beträgt.

Auch für den Strahler vom höchsten Nutzeffekt, den monochromatischen Strahler von der Wellenlänge

0,55 μ , kann man aus Fig. 6 die für eine sphärische Kerze benötigte Leistung berechnen, indem man die Werte der Fig. 6 mit denen der Fig. 3 kombiniert. Der sich ergebende Wert ist 0,0138 W/HK₀ und ist naturgemäß unabhängig von der gewählten Temperatur. Entsprechend kann man auch für monochromatische Strahler anderer Wellenlängen die gleiche Rechnung durchführen, indem man den angegebenen Minimalwert durch die Empfindlichkeitszahl bei der betreffenden Wellenlänge (bezogen auf den Wert bei 0,55 μ als Einheit) dividiert.

Im Zusammenhange mit Fig. 6 ist es noch am Platze, darauf hinzuweisen, daß es vom rein physikalischen Standpunkte richtiger wäre, die angegebenen Werte nicht auf sphärische Kerzen zu beziehen, sondern sie, da es sich eigentlich um die Bewertung des Lichtstromes handelt, in Lumen anzugeben. Die Umrechnung läßt sich leicht durchführen, da 1 sphärische Hefnerkerze 4 π Lumen entspricht. Die für 1 Lumen benötigten Leistungen unseres vorher definierten

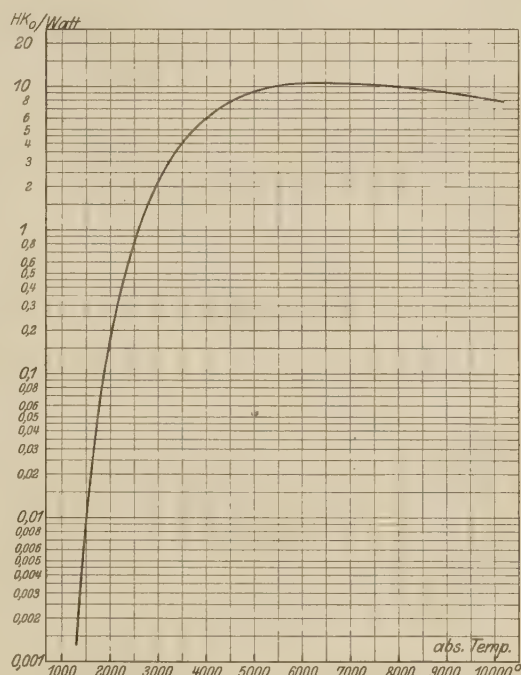


Fig. 7. Für 1 Watt Gesamtstrahlung vom schwarzen Körper ausgesandte sphärische Hefnerkerzen in Abhängigkeit von der absoluten Temperatur.

Idealkörpern werden daher erhalten, indem man die Zahlenwerte der Fig. 6 durch 4 π dividiert. Der Minimalwert bei 5300° beträgt demnach 0,0032 W/Lumen, und die Mindestleistung für die monochromatische Lichtquelle von der Wellenlänge 0,55 μ ist 0,0011 W/Lumen.

Das Zahlenmaterial der bisher wiedergegebenen Abbildungen reicht aus, um auch für den schwarzen Körper, der bei allen Wellenlängen seiner Temperatur entsprechend strahlt, die bei verschiedenen Temperaturen für eine sphärische Kerze benötigten Watt bzw. die für ein Watt erzielten Kerzen zu berechnen. Die durch Kombination der Fig. 2 und 6 erhaltenen Werte sind in Fig. 7 veranschaulicht und zeigen, daß die günstigste Ausnützung bei rund 6600° abs. mit 10,5 HK₀/W erzielt wird, oder daß der schwarze Kör-

per im technischen Maße bei dieser Temperatur seine beste Wirtschaftlichkeit mit 0,095 W/HK₀ aufweist.

Dem Ziel der Untersuchung entsprechend wurden die errechneten Werte benutzt, um darüber Aufschluß zu erhalten, welcher Anteil der in den gebräuchlichen elektrischen Glühlampen aufgewandten Energie überhaupt in Strahlungsenergie der sichtbaren Wellenlängen umgesetzt wird. Zu dem Zwecke wurde aus der Literatur¹⁾ der Zusammenhang zwischen den für ein Watt erzielten sphärischen Kerzen und der Faden-temperatur entnommen, und es wurden die erhaltenen Zahlen mit den sich aus Fig. 6 ergebenden Werten der spezifischen Lichtleistung multipliziert. Das Ergebnis ist in Fig. 8 enthalten, in der zum Vergleiche der schwarze Körper mit eingetragen ist. Zur richtigen Bewertung der in dieser Figur enthaltenen

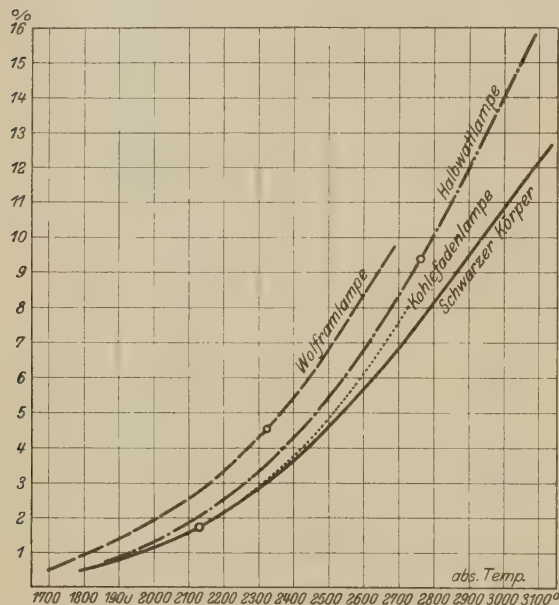


Fig. 8. Im sichtbaren Gebiet (0,4 bis 0,75 μ) ausgestrahlte Energie verschiedener Glühlampen bzw. des schwarzen Körpers in Prozenten der zugeführten Leistung bzw. der Gesamtstrahlung bei verschiedenen Temperaturen.

Zahlen ist noch zu bemerken, daß sich die Werte für den schwarzen Körper auf die Gesamtstrahlung beziehen, während in den Zahlen für die Glühlampen die gesamte zugeführte Leistung zugrunde gelegt ist. Für einen vollständigen Vergleich ist daher noch zu berücksichtigen, daß man nach den Angaben der Literatur²⁾ etwa annehmen kann, daß in der normal belasteten Kohlefadenglühlampe rund 95 %, in der Tantallampe 90 %, in der Wolframlampe 92 % und in den dickdrähtigen Gasfüllungslampen 85 % der zugeführten Leistung in Strahlung umgesetzt werden.

In der Fig. 8 sind die den normalen Belastungen entsprechenden Werte besonders bezeichnet. Die Tantallampenkurve ist nicht mit eingezeichnet, da sie fast völlig mit der Kurve der Wolframlampe zusammenfällt, und wir sehen, daß in der

Kohlefaden-Glühlampe (3,5 W für 1 horizontale Kerze)	1,8 %
Tantallampe (1,6 W für 1 horizontale Kerze)	3,4 %
Wolframdrahtlampe (1,1 W für 1 horizontale Kerze)	4,6 %

und in der

Halbwattlampe (1000—3000 HK, 110 Volt, 0,55 W für 1 sphärische Kerze)	9,5 %
---	-------

der zugeführten Leistung im sichtbaren Gebiet ausgestrahlt werden.

Legt man die vorher wiedergegebenen Zahlen zugrunde, die das Verhältnis zwischen der Gesamtstrahlung und der zugeführten Leistung betreffen, so ergibt sich, daß in der Kohlefadenlampe 1,9 %, in der Tantallampe 3,8 %, in der Wolframdrahtlampe 5,0 % der Gesamtstrahlung auf die Strahlung des sichtbaren Gebietes entfallen, während Forsythe¹⁾ auf experimentellem Wege die Werte 1,9, 3,9 und 4,9 % fand. Die gute Übereinstimmung dieser Zahlen mit den in vorliegender Arbeit rein rechnerisch bestimmten Werten zeigt, daß die in dieser Untersuchung entwickelten theoretischen Überlegungen sehr wohl bei der Beurteilung von Lichtquellen, welche auf reiner Temperaturstrahlung beruhen, als wertvolles Hilfsmittel herangezogen werden dürfen.

Besprechungen.

Hjelt, Edv., *Geschichte der organischen Chemie von ältester Zeit bis zur Gegenwart*. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1916. XII, 556 S. u. 3 Fig. Gr. 8°. Preis geh. M. 14,—, geb. M. 16,—.

Das vorliegende Werk darf auf einen zahlreichen und dankbaren Leserkreis rechnen. Die „organische Chemie“ hat sich so selbständig und machtvoll entwickelt, daß der Wunsch, ihren Werdegang für sich — getrennt von den übrigen Zweigen der Chemie — geschildert zu sehen, gewiß schon recht verbreitet war. Ihre gegenwärtigen theoretischen Grundlagen bestehen nun schon seit mehreren Jahrzehnten ohne wesentliche Änderungen; sie haben ihren heuristischen Wert sowohl wie ihre Eignung zur Systematisierung des gewaltigen Stoffes so unzweifelhaft bewährt, daß sie kaum noch bekämpft werden. So ist der Zeitpunkt gekommen, um unbefangen zu erkennen, was in den vorausgegangenen Kämpfen für die Erreichung des Zieles wertvoll gewesen ist, was vom rechten Wege abgeführt hat.

Aber die Theorien bieten uns nur die Behältnisse, deren wir bedürfen, um den Schatz der tatsächlichen Erkenntnisse zu ordnen und derart zur Geltung zu bringen, daß sein Anblick zugleich zur Vermehrung den Weg weist. Ihre Entwicklung wird in dem Hjelt-schen Buche zwar ausführlich dargelegt, ohne aber — wie wir dies meist in historisch-chemischen Werken finden — den Raum fast ganz zu beanspruchen. Als einen besonderen Vorzug dieses neuen Werkes möchte ich hervorheben, daß in äußerst zweckmäßiger Anordnung die Kapitel, die von der Ausbildung und dem Einfluß der verschiedenen Theorien handeln, mit solchen Kapiteln abwechseln, welche den rein experimentellen Fortschritten — Entdeckung neuer Körperklassen, Verbesserung der Methoden, Aufklärung von Naturstoffen usw. — gewidmet sind.

Bei einer zweiten, hoffentlich bald nötig werdenden Auflage könnte vielleicht — wie dem Berichterstatter

¹⁾ Pirani und Meyer, *Elektrotechn. u. Maschinenbau* Bd. 33, 1915, S. 397.

²⁾ Leimbach, *Zeitschr. f. wissenschaftl. Photographie* Bd. 8, 1910, S. 333; Hyde, Cady und Worthing, *Transactions Ill. Eng. Soc.* Bd. 6, 1911, S. 238.

¹⁾ Forsythe, *Phys. Rev.* Bd. 34, 1912, S. 333.

scheint — der Geschichte der experimentellen Richtung noch etwas mehr Raum gegönnt und statt dessen für die alten Kämpfe um „Ätherintheorie“, „Radikaltheorie“, „Typentheorie“ usw., deren Kraftaufwand zum erzielten Ergebnis kaum im Verhältnis stand, eine gedrängtere Darstellung in Erwägung gezogen werden. Freilich ist nicht zu verkennen, daß die ins einzelne gehende Schilderung dieser schließlich ziemlich unfruchtbar verlaufenen Kämpfe einen erzieherischen Nutzen stiften kann. Wenn man sieht, wie die bedeutendsten Männer ihrer Zeit durch Starrsinn und teils durch persönliche Abneigungen zu ihrem eigenen Schaden verhindert wurden, Überlebtes abzuwerfen und sich in neue Anschauungen hineinzudenken, die wir heute rückschauend als Keime des Fortschritts erkennen, dann sollte man meinen, daß solches Beispiel die Nachfahren warnen und eine vorurteilslosere Prüfung der Vorschläge zukünftiger Neuerer zeitigen werde.

Die letzten Kapitel des Werkes gehen bis in die neueste Zeit. Sie enthalten auch manche Andeutung, welchen höheren Zielen die weitere Entwicklung zuzustreben scheint.

Vorliebe und Begabung für historische Studien hat der Verfasser schon in mehreren Schriften gezeigt. Die mächtigste Periode der organischen Chemie, die mit der Begründung der Atomverkettenungstheorie durch *Couper* und durch *Kekulé* beginnt, hat er selbst miterlebt. Daß er ihr ebenso aufmerksam wie urteilsvoll gefolgt ist, zeigt die treffliche Auswahl des Stoffes. Seine Schreibweise zeichnet sich durch Klarheit, Flüssigkeit und anziehende Form aus, obwohl das Deutsche nicht seine Muttersprache ist.

Der Verfasser ist Vizekanzler der Universität Helsingfors. Auf die denkwürdigen Zeitumstände, unter denen das *Adolf v. Baeyer* zum 80. Geburtstag gewidmete Werk vollendet wurde, weist er in zwei Absätzen seines Vorworts hin, die so bemerkenswert sind, daß sie hier wörtlich wiedergegeben werden mögen:

„Das Werk lag beinahe fertig vor, als der Weltkrieg ausbrach, zu welcher Zeit ich mich in Deutschland befand. Das Manuskript wurde dem Verleger in dem Gedanken übergeben, daß die Herausgabe des Buches bis auf ruhigere und hellere Zeiten verschoben werden sollte. Indessen hat der Verleger, mit fester, ruhiger Zuversicht, es für möglich gehalten, während der jetzigen schweren und außergewöhnlichen Verhältnisse den Druck des Werkes zu beginnen und durchzuführen, wofür ich ihm meine aufrichtige Anerkennung ausspreche.“

„Die internationale Arbeit ist durch den Weltkrieg ins Stocken geraten, und viele Kulturgewinne sind, wenigstens scheinbar, verloren gegangen. Die direkten Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung werden aber bestehen; kein Krieg kann sie vertilgen. So ist auch dies Werk, die Geschichte der organischen Chemie, ein Denkmal einer viele Generationen hindurch fortgesetzten, zielbewußten, internationalen Arbeit, welche die reichsten Früchte sowohl geistiger als auch materieller Art getragen hat. Ist es nicht zu hoffen, daß, wenn die Wellen des großen Kampfes sich wieder gelegt haben, das Band der friedlichen wissenschaftlichen Arbeit die Kulturvölker wieder zum gemeinsamen Streben nach denselben Zielen vereinigen wird? Und ist es wohl zu kühn, die Hoffnung zu hegen, daß vor allen die deutschen Forscher, uneingedenk des Geschehenen, bemüht sein werden, die unterbrochenen Beziehungen wieder herzustellen?“

Die deutschen Chemiker, in deren Mitte der Verfasser ein häufiger und stets gern gesehener Gast war,

werden ihm für diesen Gruß in trüber Zeit ebenso dankbar sein, wie für das schöne Geschenk, das er in ihrer Sprache den Fachgenossen aller Völker dargebracht hat.

Paul Jacobson, Berlin.

Euler, Hans, und Paul Lindner, Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1915. X, 350 S. Preis geh. M. 14,—, geb. M. 16,—.

Zwei auf dem Gebiete der Hefeforschung verdienstvolle Forscher haben sich in einem 350 Seiten starken Buche vereinigt, um das Wesentliche und Neueste aus dem Gebiete der Hefeforschung zusammenzutragen. Dabei ist der geringere Teil der Arbeit *Lindner* zugefallen, der nur mit zwei Kapiteln „Zur Morphologie und Systematik der Hefen“ und „Einteilung der Hefen und Bestimmung der Artmerkmale“ beteiligt ist, während *Euler* neben der historischen Einleitung in elf weiteren Kapiteln die Hauptarbeit leistete. Er behandelte bei einer vortrefflichen Einteilung die Chemie des Zellinhalts, den Hefepreßsaft und die Trockenhefe, die Enzyme der Hefe, die Selbstgärung und Selbstverdauung, die chemischen Vorgänge beim Gärungsprozeß, die Substrate der Gärung, die alkoholische Gärung der Aminosäuren, die Ernährungsvorgänge in der Hefe, ihren Stoff- und Energiewechsel, die Geschwindigkeit und die Bedingungen der Zellvermehrung, die Einflüsse des Mediums auf die lebende Hefenzelle, die Vergiftungen und Reizerscheinungen und die Anpassungserscheinungen und Regenerationen. Das Buch ist sehr lesenswert; es kann dem Praktiker und dem Theoretiker der Gärungswissenschaft warm empfohlen werden, und es füllt eine bisher sehr fühlbare Lücke, da das umfassende Werk von *Lafar* bedenklich zu veralten beginnt. Besonders auf den Gebieten des Hefepreßsaftes, der Enzyme der Hefen, der chemischen Vorgänge beim Gärungsprozeß und der alkoholischen Gärung der Aminosäuren sind in neuerer Zeit so gewaltige Umwälzungen in unserer Kenntnis zu verzeichnen, daß man froh ist, sie einmal zusammengestellt zu sehen. Sehr interessant sind die Fortschritte, welche bezüglich der Zymase gemacht wurden. Wir wissen nun, daß es sich hier nicht um ein einheitliches Ferment, sondern um ein System von zusammenwirkenden Fermenten handelt, daß es ein Kof ferment der Zymase gibt, daß bei der Vergärung als Zwischenprodukt durch die Phosphatase ein Phosphorsäureester der Glukose gebildet und dieser durch die Phosphatase wiederum gespalten wird. Auch die Rolle, die die Karboxylase bei der Gärung spielt, ist bedeutungsvoll; gerade durch ihre Entdeckung sind wir in den Theorien über die Zerlegung des Zuckers bei der alkoholischen Gärung ein Stück weiter gekommen, da wir nun die mutmaßliche Quelle der Kohlensäure aus der Benztraubensäure kennen. Aber so weit wir in diesem schwierigen Kapitel auch vorgerückt sind, so müssen wir uns doch eingestehen, daß hier noch vieles hypothetisch ist, da wir die Zwischenstufen zwar wahrscheinlich machen, aber nicht fassen können. Hier sei auf das Schema auf Seite 178 verwiesen.

Euler hat sich im Anschluß an die mögliche Spaltung der Stärke durch Hefe und die Vergärung der Dextrine auch für die Schardingerschen kristallisierten Dextrine interessiert, die der Referent in mehreren Arbeiten behandelt hat (vergleiche *Die Naturwissenschaften* Jahrg. 3 [1915], S. 95). (Dabei ist auf S. 201 die spezifische Drehung der Tetraamylose +138,9° mit der der Hexaamylose +158,3° verwechselt.) Er spricht davon, daß nach einer Privat-

mitteilung *P. Klason* ein ähnliches Dextrin von der Zusammensetzung $(C_6H_{10}O_5)_{12} + 14 H_2O$ durch Hydrolyse der Stärke mit kalter Salzsäure erhalten haben will. Ob die Substanz kristallinisch gewonnen wurde, wird nicht angegeben, da sie aber Reduktionsvermögen besaß, gehört sie nicht zur Klasse der Amylosen. Sie dürfte, wie alle durch hydrolytischen Abbau aus Stärke gewonnenen Dextrine, ein Gemisch darstellen, da es eben nach den Erfahrungen des Referenten nicht gelingt, die Stärke ohne teilweise Aufspaltung der Ringkomplexe ihres Moleküls zu depolymerisieren. Offenbar werden von dextrinvergärenden Hefen nur die reduzierenden Anteile der Säure- oder Diastasedextrine vergoren; denn der Forderung einer Gärprüfung der Amylosen (S. 204) ist inzwischen mit negativem Ergebnis vom Referenten mit *Eißler* (Ber. der Deutsch. Chem. Gesellschaft Jahrg. 46 [1913], S. 2974 ff.) entsprochen worden. Die von *Grafe* und *Vouk* (Zeitschr. f. Gährungsphysiol. 3 [1913], S. 327) behauptete Vergärung des Inulins durch manche Hefen bedarf gewiß noch der Sicherstellung.

In bezug auf zwei Punkte kann der Referent mit *Euler* nicht übereinstimmen. Der erste betrifft die bei der Gärung gebildeten höheren Alkohole, die Alkohole des Fuselöls, der zweite die Eulerschen Anschauungen über den Stickstoffumsatz bei der Gärung.

Euler nimmt S. 205 an, daß bei der Gärung nicht nur Normalpropyl-, Isobutyl- und Amylalkohol, sondern auch Isopropyl- und Normalbutylalkohol gebildet werden, ja er meint, daß der normale Butylalkohol ein konstantes Gärprodukt der Weinhefe sei, während Bierhefe Isobutylalkohol bildet. Schon im Jahre 1908 (Biochemische Zeitschr. X, S. 490; XVI, S. 243 [1909]) hat der Referent nachgewiesen, daß die im Fuselöl nur ein paar Mal nachgewiesenen Alkohole, n-Butylalkohol (*Claudin* und *Morin*, Bull. de la Soc. chim. de Paris 49 [1888], S. 178, *Emmerling*, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft 35 [1902], S. 694) und dazu Isopropylalkohol (*Rabuteau*, Compt. rend. 87 [1878], S. 500) von einer Bakterienart gebildet werden, die auf Kartoffeln und anderen Naturprodukten wie auch in Erde immer zu finden ist; er hat daraus den Schluß gezogen, daß diese Alkohole im Fuselöl bakteriellen Nebengärungen ihre Entstehung verdanken, die bei ungenügender Milchsäuerung einsetzen kann. Aber auch aus rein theoretischen Gründen ist die Bildung der genannten Alkohole durch die alkoholische Vergärung der Aminosäuren ausgeschlossen. Nimmt man an, daß Weinhefen n-Butylalkohol bilden, so folgt daraus entweder, daß die Weinhefe aus demselben Material einen Alkohol mit normaler Kette herstellt wie die Bierhefe einen solchen mit verzweigter Kette, was ganz unmöglich ist, oder man muß annehmen, daß die Bildung der genannten Alkohole mit dem Eiweißabbau des Hefe-eiweiß selbst zusammenhängt, daß die Weinhefe also an Stelle der α -Amino-isovaleriansäure α -Amino-normalvaleriansäure als Bestandteil ihres Eiweiß enthält. Die normale Aminovaleriansäure ist aber noch in keinem Eiweiß aufgefunden worden. Deshalb kann auch an diese Erklärungsmöglichkeit nicht gedacht werden, und die beiden fuselölfremden Alkohole entstammen bakteriellen Nebengärungen.

Was den zweiten, den Stickstoffumsatz, bei der Gärung betrifft, so kommt *Euler* S. 232 zu dem Schluß, daß eine Substanz um so brauchbarer als Stickstoffquelle für die Hefe sein wird, je leichter und vollständiger sie ihren Stickstoff an die Hefe in Form von Ammoniak abgeben kann. Wir leben momentan in

einer Periode, in der die Ammoniakernährung der Hefe weit über die Grenzen der wissenschaftlichen Welt die Gemüter bewegt. Die Parole „Eiweiß aus Luft“ scheint auch *Euler* beeinflusst zu haben. Sein Schluß ist jedoch falsch: Ammoniakstickstoff ist keineswegs die der Hefe genehmste Form der Stickstoffnahrung. Im Jahre 1907 hat der Referent in einer umfangreichen, von *Euler* unbeachteten Arbeit (Biochemische Zeitschr. 3, S. 121) nachgewiesen, daß die Hefe sowohl in bezug auf die Gärkraft wie auch die Zellvermehrung mit anderen Stickstoffquellen wie Asparagen, Pepton und Leucin, weit besser ernährt wird als mit Ammoniakstickstoff. Besonders aber konnte gezeigt werden, daß Gemische verschiedener Formen der Stickstoffnahrung die Gär- und Vermehrungsfähigkeit der Hefe außerordentlich begünstigen. Wenn es auch richtig ist, daß derjenige Teil der Stickstoffnahrung, der nachher in der Gärflüssigkeit in Gestalt von Fuselölkoholen wieder erscheint, von der Hefe desaminiert wird, so muß man aus den genannten und anderen im 12. Bande der Biochemischen Zeitschrift S. 18 angegebenen Gründen doch annehmen, daß ein Teil der Aminosäuren direkt in das Hefe-eiweiß aufgenommen wird. So kann auch nur die Abhängigkeit der Hefe von dem Gehalt der Gärflüssigkeit an Substanzen, die zur Klasse der Aminosäuren gehören, erklärt werden, die über die Frage entscheidet, ob die Hefe überhaupt gärfähig ist oder nicht (vergl. Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft. 39 [1906], S. 4048, und Biochemische Zeitschrift 8 [1908], S. 119). Hierbei sei auch erwähnt, daß die Angabe von *Lindner* und *Wüst* (Wochenschr. f. Brauerei 30 [1913], S. 477), daß der Harnstoff eine gute Stickstoffquelle für Hefe sei, die *Euler* auf S. 234 bringt, insofern auf einem Irrtum beruht, weil nicht in Betracht gezogen wurde, daß der Harnstoff beim Sterilisieren Ammoniak abspaltet. Wir lehnen also die auf S. 236 nochmals gemachte Angabe, daß organische Stoffe in dem Maße geeignete Stickstoffquellen der Hefe sind, wie sie Ammoniak abzuspalten vermögen, in dieser Form ab.

Auf S. 238 gibt *Euler* eine Tabelle, in der der Beweis geführt werden soll, daß die Hefe während der Gärung aus Ammoniakstickstoff nur wenig Aminostickstoff bildet. Auch hierbei hat *Euler* die ausführlichen Untersuchungen des Referenten aus dem Jahre 1907 unberücksichtigt gelassen. Sie beweisen, daß der Austritt von Aminostickstoff aus der Hefe während der Gärung den Verbrauch von Ammoniakstickstoff selbst um ein mehrfaches übertreffen kann (Biochemische Zeitschr. 3 [1907], S. 223) und stehen somit in direktem Widerspruch zu den Angaben *Eulers*. Aber die Divergenz ist sehr leicht zu erklären. *Euler* verwandte für 500 g Gärflüssigkeit 5 g Hefe, und er dehnte seine Versuche nur 60 Stunden lang aus. Die eingeeimpfte Hefe genügte in dem Falle vollkommen, um den vorhandenen Zucker zu vergären. Bei der großen Einsaat trat gar keine Hefevermehrung ein, es war daher auch kein normaler Stickstoffumsatz der Hefe möglich, die Hefe lebte unter ganz unnatürlichen Bedingungen, während wachsende Hefe ganz andere Resultate zeitigt.

In engem Zusammenhang mit diesen Fragen steht auch die nach der Bedeutung von *Wildiers' Bios*, der hypothetischen, lebengebenden Substanz, ohne die die Hefe sich nicht vermehren soll, die aber nicht nur in Hefe, sondern auch in natürlichen Maischen und Würzen, nicht jedoch in rein mineralischer Nährlösung mit Ammoniaksalzen als Stickstoffquelle vorhanden sein soll. Der Referent hat jedoch im Jahre 1906 (Zen-

tralbl. f. Bakteriologie II. Abt. 16, S. 111) gezeigt, daß das ganze Geheimnis der Biosfrage gelöst wird, wenn man die Hefe an die ihr ungewohnte mineralische Nährlösung anpaßt. Dann kann sich auch eine einzige Hefezelle auf Ammonsalzen als einziger Stickstoffquelle gut vermehren und eine gärfähige Hefe geben. Auf diese Frage wurde im Jahre 1908 in der Biochemischen Zeitschr. Bd. 12, S. 21, nochmals in Entgegnung an *Ide* (Zentralbl. f. Bakteriologie II. Abt. 18 [1907], S. 193) zurückgekommen. Darauf haben weder *Wilders* noch *Ide* erwidert; sie haben also in der ganzen „Biosfrage“ die Waffen gestreckt, und *Euler* wird gut tun, sich ihnen darin anzuschließen.

H. Pringsheim, Berlin.

Hägglund, Erik, Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1915. 56 S. Preis M. 2,—.

In dem 54 Seiten starken Bändchen gibt uns der Verfasser eine für Interessenten des Gärungsgewerbes lesenswerte Beschreibung des in Schweden schon eingebürgerten Verfahrens zur Darstellung von Alkohol aus den Ablaugen der Papierfabrikation. Man erfährt, wie die Sulfitlauge zu neutralisieren ist, wie sie mit adaptierter Hefe vergoren und schließlich der Destillation unterworfen wird. Bisweilen gewinnt man den Eindruck, daß der Verfasser mit Rücksicht auf sein Gewerbe etwas weniger sagt als er weiß, was eigentlich nicht der Zweck des Bücherschreibens ist. So z. B. bei der wichtigen Frage der Versorgung der Hefe mit der nötigen Menge Stickstoff, die in den Laugen natürlicherweise nicht vorhanden ist.

Aber für uns hat die ganze Frage momentan ja doch nur ein rein theoretisches Interesse: denn trotz der starken Inanspruchnahme unserer Zuckervorräte will man bei uns die Vergärung der Sulfitlaugen nicht einführen, da sich die agrarischen Kreise von dem Gesichtspunkt aus weigern, daß sie die Geister, die sie jetzt rufen würden, nach dem Kriege nicht mehr loswerden könnten. Das ist unökonomisch, aber bei den vorliegenden Verhältnissen nicht zu ändern.

H. Pringsheim, Berlin.

Physikalische Mitteilungen.

Ein neuer Schallschreiber. Zur Untersuchung der Schwingungsform von Tönen und Klängen werden fast immer dünne Häutchen nach Art des Trommelfells unseres Ohres benutzt, die man an den Schallschwingungen teilnehmen läßt. Ihre Bewegungen werden entweder auf eine kleine Gasflamme übertragen oder mittels eines Lichtzeigers durch einen an der Membran befestigten Spiegel vergrößert und durch einen rotierenden Spiegel auseinander gezogen. Eine getreue Wiedergabe der Schwingungsform hierdurch zu erreichen, ist in vielen Fällen schwierig, da die Frequenz der Eigenschwingung der Membran meistens zu dicht an der des zu untersuchenden Klanges oder eines seiner Obertöne liegt. Liegt nämlich die Schwingungszahl eines Obertones in der Nachbarschaft der Eigenfrequenz der Membran, so tritt Resonanz ein, d. h. die Membran spricht auf diese Schwingung besonders stark an, so daß die Schwingungskurve die Amplitudenverhältnisse unrichtig wiedergibt. Um quantitativ einwandfreie Resultate zu erhalten, muß man dafür sorgen, daß die Eigenfrequenz des registrierenden Systems wesentlich höher ist als die

Frequenzen der zu untersuchenden Schwingung; so muß z. B. zur Untersuchung einer Sopranstimme die Frequenz der Membran etwas größer als 5700 sein. Neben der Höhe der Eigenschwingung kommt für die Güte der Registriervorrichtung noch ihre Dämpfung und ihre Empfindlichkeit in Betracht.

In einer Arbeit in den *Annalen der Physik* IV, Bd. 48, S. 273—307 (Dez. 1915) beschreibt *S. Garten* einen *Schallschreiber mit sehr kleiner Seifenmembran*. Das Prinzip des Verfahrens ist das folgende: Die Schallwellen werden durch einen Trichter und ein Rohr auf eine kleine Seifenlamelle übertragen. In der Mitte derselben wird durch einen Magneten ein sehr feines Eisenstäubchen gehalten, das an den Schwingungen der Lamelle teilnimmt. Das Eisenteilchen wird hell beleuchtet und durch eine Linsenvorrichtung auf einem senkrecht zu seiner Schwingungsrichtung bewegten photographischen Film abgebildet. Während der Verfasser früher kreisförmige Lamellen von 2 bis 2,5 mm Durchmesser, deren Eigenfrequenz etwas über 1100 war, verwendete, gibt er ihr jetzt, geleitet durch die innere Struktur unseres Trommelfells, die Gestalt eines Rhombus, dessen Ecken abgerundet und dessen Kanten nach innen stark eingebuchtet sind. Die große Achse der Membran ist 3 mm, die kleine 2,5 mm lang, und die kürzeste Entfernung zwischen zwei gegenüberliegenden Punkten zwischen großer und kleiner Achse beträgt nur 1 mm. Die Lamelle wird in einer entsprechend geschnittenen Öffnung der einen Wandung eines sehr kleinen Kastens erzeugt. Eine andere seitliche Öffnung des Kästchens dient zur Anbringung des Trichterrohres und damit zur Zuführung der Schallwellen. Der Hohlraum des Kastens ist so klein gewählt, damit die Dämpfung hinreichend wird; zur Steigerung derselben kann auch die seitliche Öffnung verkleinert werden. Das Eisenstäubchen wird durch einen Elektromagneten, dessen flache, zugespitzte Polschuhe in der Ebene des Seifenhäutchens liegen, in derselben gehalten. Durch vorgeschaltete regulierbare Widerstände kann die Stromstärke sowohl in der linken als auch in der rechten Schenkelwicklung des Magneten geändert und dadurch das Stäubchen in die Mitte der Lamelle, an die Stelle größter Amplitude gebracht werden. Die der Lamelle gegenüberliegende Seite des Kästchens ist aus Glas, durch diese wird das Eisenteilchen kräftig beleuchtet. Die Beobachtung erfolgt durch ein 140-fach vergrößerndes Mikroskop, dessen Achse unter 45° gegen die Ebene der Lamelle geneigt ist, so daß die Projektion der senkrecht zur Lamellenebene erfolgenden Schwingung des Stäubchens auf die einen Winkel von 45° mit dieser bildenden Bildebene des Mikroskops beobachtet wird. Daß sich das Stäubchen bei seiner Bewegung etwas aus der Bildebene entfernt, bedingt wegen der Kleinheit der Amplituden nur eine geringfügige Unschärfe. Um die Schwingungskurven festzulegen, wird das Stäubchen auf einem Film abgebildet, der mit einer Geschwindigkeit von 2 bis 3 m in der Sekunde auf einer Trommel bewegt wird. Um einen Anhalt dafür zu haben, wie stark die Lamelle durch das Stäubchen belastet ist, wird die Kontur desselben unter dem Mikroskop nachgezeichnet und daraus angenähert ihr Volumen und Gewicht berechnet; als Mittel aus 8 Beobachtungen ergab sich 0,000 154 mg. Ja, es gelingt, Beobachtungen mit Stäubchen von $\frac{1}{50\,000}$ mg zu machen.

Zunächst wird die Eigenschwingung der Lamelle untersucht; zu dem Zweck wird vor der Lamelle eine kleine Metallplatte aufgestellt, die mit dem einen Pol

einer Influenzmaschine verbunden ist. Die elektrostatische Anziehung ruft eine Verwölbung der Lamelle hervor. Werden jetzt die beiden Pole der Maschine einander genähert, so daß ein Funke überspringt, so schnell die Lamelle zurück und schwingt in ihrer Eigenperiode weiter. Die Aufnahme zeigt eine schöne, scharfe Kurve von abnehmender Amplitude. Auf demselben Film wird bei allen Versuchen die Schwingungskurve einer Zungenpfeife von 145 Schwingungen aufgenommen. Der Vergleich beider Kurven ergibt für die Eigenfrequenz der Lamelle 2000. Durch geeignete Verkleinerung der zum Schalltrichter führenden Öffnung gelingt es, die Dämpfung so groß zu machen, daß die Schwingung aperiodisch wird. Die Empfindlichkeit der Methode ist nicht sehr groß: Um an dem vergrößerten Bilde einen Ausschlag von $\frac{1}{10}$ mm hervorzubringen, ist ein Überdruck von 0,012 mm Wasser auf einer Seite der Lamelle nötig. Um einen für unser Ohr gerade wahrnehmbaren Ausschlag des Trommelfells hervorzubringen, ist ein sehr viel geringerer Druck erforderlich, nämlich $\frac{1}{1500}$ des genannten.

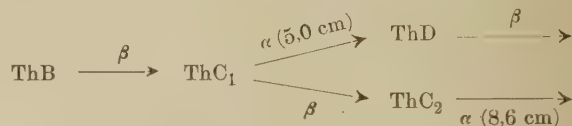
Um einen Überblick zu gewinnen, wie weit der neue Schallschreiber die Schwingungskurven quantitativ richtig wiedergibt, werden zunächst Klänge von genau bekannter Schwingungsform mit ihm untersucht, nämlich der Zusammenklang zweier Stimmgabeln ($n_1 = 128$ und $n_2 = 3 \cdot 128$), ferner eine verschieden stark angeblasene offene Orgelpfeife. Die erhaltenen Kurven zeigen bei der Analyse die aus anderen Untersuchungen bekannte Zusammensetzung, so daß dadurch die Güte des neuen Apparates erwiesen ist. Auch die Schwebungen, die beim Zusammenklang zweier kurzer Glaspeifen (n rund 2694) entstehen, werden gut wiedergegeben. Wenn auch die Amplitudenverhältnisse der über der Eigenfrequenz der Membran liegenden Schwingungen in dieser Photographie nicht richtig sind, so werden diese schnellen Schwingungen doch mit genügender Deutlichkeit verzeichnet, ebenso die einer Galtonpfeife von der Schwingungszahl 8555.

Außer den angeführten sind in der Arbeit schöne Aufnahmen enthalten, die Aufschluß geben über die Schwingungsform bei dem Knall des Funkens einer Influenzmaschine oder eines Induktors mit Leydener Flaschen. Läßt man den Funken dicht vor dem Schalltrichter überspringen, dann zeigt das Bild eine Schwingung, die bei großer Anfangsamplitude sehr stark gedämpft ist, so daß die dritte Schwingung kaum wahrnehmbar ist. Bei größerer Entfernung tritt nur eine Halbschwingung auf. Die erste ankommende Halbwelle drückt die Lamelle stets nach innen, ist also eine Verdichtung. Jeder Resonator, gleichgültig, welchen Eigenton er hat, spricht auf einen Knall an; das Bild zeigt einen ersten starken Ausschlag, dem eine Reihe von Schwingungen mit allmählich abnehmender Amplitude folgen.

Da in den Vokalen a, o und u hohe Obertöne fehlen, ist zu erwarten, daß der Schallschreiber die Schwingungsformen dieser Vokale quantitativ richtig wiedergibt. Der Versuch bestätigt diese Voraussage. Von dem Vokal a sind 4 sehr schöne Aufnahmen wiedergegeben, die dadurch erhalten sind, daß der Vokal in verschiedener Höhe (zwischen $n = 218$ und 372) in den Schalltrichter hineingesungen wurde. Die Kurven sind auf den ersten Blick verschieden, doch ergeben sich bei genauerem Zusehen Ähnlichkeiten. In den Schwingungskurven der Vokale e und i sind die Amplitudenverhältnisse quantitativ nicht richtig wiedergegeben, da wegen der höheren Frequenz einiger

Obertöne, die in der Nähe von 2000, der Eigenfrequenz der Membran, liegen, störende Resonanzerscheinungen auftreten.
K. Sch.

α -Teilchen mit großer Reichweite. Bei den meisten radioaktiven Umwandlungen werden, soweit bekannt, alle Atome eines bestimmten Elementes in gleicher Weise umgewandelt, wobei Atome eines und desselben neuen Elementes entstehen. Einige Radioelemente, vor allem die C_1 -Glieder der drei radioaktiven Reihen, zeigen jedoch ein davon abweichendes Verhalten. Beim Radium C_1 , Thorium C_1 und Aktinium C_1 wird ein Teil ihrer Atome unter Aussendung von α -Teilchen umgewandelt, die übrigen mit Aussendung von β -Teilchen; bei den zwei Arten von Umwandlungen entstehen dabei zwei verschiedene Produkte, so daß die radioaktiven Reihen an diesen Stellen eine Verzweigung erleiden. Das Verhältnis der die α -Umwandlung erleidenden Atomzahl zu der der β -Umwandlung unterliegenden, oder das sogen. Verzweigungsverhältnis, beträgt beim RaC_1 0,03/99,97, beim ThC_1 35/65, bei AcC_1 99,85/0,15. Das bis jetzt für die Thoriumreihe geltende Umwandlungsschema lautet:



Nun finden E. Rutherford und A. B. Wood (*Phil. Mag.* 31, 379, 1916) mit Hilfe der Szintillationsmethode, daß ThB im Gleichgewicht mit seinen Umwandlungsprodukten außer den schon bekannten α -Teilchen des ThC_1 und ThC_2 mit den Reichweiten 5,0 cm und 8,6 cm (in Luft bei 15°, 760 mm) noch eine sehr kleine Zahl von α -Teilchen aussendet, die die Reichweiten 10,2 und 11,3 cm aufweisen. Die Zahl dieser α -Teilchen bildet nur $\frac{1}{10\,000}$ der von ThC_1 und ThC_2 zusammen emittierten, wobei ein Drittel dieser Zahl die Reichweite 10,2 cm, zwei Drittel 11,3 cm aufweisen. Die neuen α -Teilchen haben somit eine beträchtlich größere Reichweite als die schnellsten bis jetzt bekannten α -Teilchen, nämlich die des ThC_2 . Die kleine Zahl der Teilchen läßt schließen, daß sie wohl von zwei unbekannten Abzweigungsprodukten emittiert werden. Die mittlere Lebensdauer dieser hypothetischen Produkte ergibt sich auf Grund der Geigerschen Beziehung aus der Reichweite der α -Teilchen zu 10^{-13} bzw. 10^{-16} Sek. Die bisherigen Versuche erlauben noch nicht, zu entscheiden, an welcher Stelle des obigen Umwandlungsschemas die neuen Abzweigungen erfolgen.
K. F.

Über Dosimeter und Dosimetervergleichung. Es ist bereits von P. Ludewig¹⁾ darauf hingewiesen, welche großen Unannehmlichkeiten daraus entstehen, daß in der Röntgentechnik eine ganze Anzahl von verschiedenen Skalen bei der Messung der Härte von Röntgenröhren nebeneinander besteht. Von F. Janus (Röntgentaschenbuch Bd. VII, S. 17, 1915) wird der gleiche Gedanke in bezug auf die Frage, in der Röntgentherapie die Röntgenstrahlenmenge richtig zu bemessen, weiter ausgeführt. Janus unterscheidet nicht weniger als 36 verschiedene Dosierungsverfahren und kann keiner dieser Methoden das Zeugnis ausstellen, den Bedürfnissen der Praxis voll zu genügen. Neben dieser übergroßen Mannigfaltigkeit in der Meßmethode

¹⁾ P. Ludewig, Die Naturwissenschaften Bd. 3, S. 403, 1915.

besteht aber noch eine zweite wesentlich größere Schwierigkeit. Wäre es nämlich möglich, die einzelnen Skalen durch sichere und allgemein gültige Zahlenbeziehungen miteinander zu vergleichen, so wäre immerhin ein Weg gegeben, einer Literaturangabe eine eindeutige Bewertung zuzuordnen. Das ist aber nicht der Fall. Hat man nämlich den Vergleich zweier Dosierungsmethoden durchgeführt und die Ergebnisse in Tabellen- oder Kurvenform festgelegt und wiederholt dann den Vergleich mit etwas anderen Betriebsverhältnissen, z. B. mit anderer Unterbrechungszahl, anderem Induktor oder anderer Röhrenbelastung, so findet man gänzlich andere Resultate. Der Grund dafür liegt darin, daß die von einer Röntgenröhre ausgehende Strahlung sehr komplex ist und ein verschieden begrenztes Spektrum von Röntgenwellenlängen enthält, welches sich bei anderen Betriebsbedingungen nicht wieder in gleicher Weise einstellt. Die große Kompliziertheit des Problems läßt den Verfasser an der Möglichkeit, die Strahlung in der medizinischen Röntgenpraxis exakt auszumessen, zweifeln. Er schreibt: „Aus diesem Grunde erkennen wir leider nur zu deutlich, daß es zurzeit wirklich absolut unmöglich ist, die Röntgenstrahlung genau und einwandfrei zu messen, denn alle bestehenden Verfahren messen nur einen Mittelwert der Strahlung ohne Berücksichtigung der spektralen Zusammensetzung, und so kommt es, daß bei gleich groß gemessenen Dosen die Wirkung der Strahlen doch eine ganz andere sein kann.“ Trotzdem gesteht er zu, daß die Messungen, die bisher zur Feststellung der Röntgendosis gemacht worden sind, einen praktischen Wert hatten, aber doch nur insofern, als sie ein und denselben Experimentator die Möglichkeit gaben, einen gewollten Röntgeneffekt zu erzielen. Dabei mußte er aber immer zur Erreichung eines bestimmten Zweckes bestimmte Betriebsbedingungen innehalten. Um trotzdem die Angaben des einen Forschers mit denen des anderen vergleichbar zu machen, hält Janus es für unbedingt nötig, die Betriebsbedingungen bis in die kleinsten Einzelheiten zugleich mit dem Dosierungswert anzugeben und teilt ein Schema mit, das diesem Zweck dienen soll. An Hand dieses Schemas wird ein anderer Arzt dann seine Apparatur mit der beim Versuch verwendeten vergleichen, die angegebenen Betriebsbedingungen möglichst innehalten und dem gewollten Resultat so weit wie möglich nahe kommen können. Auch sein am Schluß gegebener Vorschlag ist bemerkenswert: „Für die Zukunft scheint es erstrebenswert, daß in einem besonderen staatlichen Institut oder auch in einem aus den Mitteln der Ärztevereine geschaffenen Laboratorium die Apparate bei gewissen technischen Betriebsbedingungen einer spektralen Ausmessung und damit einer gewissen Eichung unterzogen werden, um so einerseits weitere Erkennt-

nisse zu schaffen und andererseits Richtlinien für die jeweils zweckmäßigste Strahlenzusammensetzung festzulegen. Hält sich dann der Arzt zu dem geeichten Apparat noch eine geeichte Röhre, die er nur für gelegentliche kurze Vergleichsmengen benützt, so erscheint die gewollte Anwendung eines bestimmten Röntgeneffektes als praktisch genügend gesichert.“

P. Lg.

Beiträge zur Kenntnis der Kristallröntgenogramme.

Die von Laue vorausgesagte Interferenzerscheinung, die bei der Durchstrahlung eines Kristalls auftritt, ist nicht nur für die physikalische Erforschung der Röntgenstrahlen von grundlegender Bedeutung geworden, sie hat zugleich auch der wissenschaftlichen Kristallographie ein neues Forschungsmittel in die Hand gegeben. Welche Dienste sie dem Kristallographen leisten kann, zeigt die vorliegende Untersuchung von F. Rinne (*Berichte der Verhandlungen der Kgl. Sächs. Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Klasse, Bd. 67, S. 303, 1915*). Der Verfasser benützt zu seinen Versuchen eine Röntgenröhre nach Lilienfeld und zu ihrem Betriebe eine von Koch und Sterzel stammende Transverteranlage. Er teilt mit, daß die zur Erreichung einer guten Aufnahme nötige Belichtungszeit weniger als eine halbe Stunde betrug. Neben der röntgentechnischen Einrichtung wurde besondere Sorgfalt auf einen einwandfreien Zusammenbau der kristallographischen Apparatur gelegt, und nach den Angaben des Verfassers von A. Fueß eine besondere Vorrichtung zur Einstellung von Röntgenstrahl und Kristall konstruiert. Die Anordnung wurde so getroffen, daß mehrere Aufnahmen zu gleicher Zeit gemacht und auch mit der Bragg'schen Reflexionsmethode gearbeitet werden konnte. Mit der Apparatur können verschiedene kristallographische Probleme in Angriff genommen werden, so z. B. das Studium der Symmetrie von Kristallen, die quantitative Art ihres Aufbaues, die Erforschung der Wandlung des Kristallgefüges beim Wechsel der Temperatur oder bei Beimischungen, der Wechsel von Kristallsymmetrien beim Übergang der Modifikationen und beim kristallographischen Abbau usw. Der Verfasser gibt auf 20 Tafeln ausgezeichnete Reproduktionen seiner Kristallröntgenogramme, die er bei der Untersuchung amorpher und kristallinischer Körper aufgenommen hat. Durchleuchtet wurden Cyanit, Diopsid, Epidot, Rohrzucker, Skolezit, Anhydrit, Aragonit, Quarz, Kalkspat, Dolomit, Rotkupfererz, Steinsalz, Apatit, Corborund, Beryll und Koenenit. Es würde zu weit führen, alle kristallographischen Gesichtspunkte in einem Referat zusammenzufassen. Die Arbeit zeigt, wie wichtig die neue Methode für die kristallographische Forschung bereits geworden ist.

P. Lg.

Akademieberichte.

Sitzungsbericht der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

Zur Feier

des Geburtstages Seiner Majestät des Königs.

24. Mai. Öffentliche Gesamtsitzung.

Nach einer Ansprache des vorsitzenden Sekretärs sprach Herr F. Köfmat über *Die Entwicklungsgeschichte der adriatischen Wasserscheide im Isonzo-Save-Gebiet*. Nördlich des Triester Golfs steigt das Gebiet, in dem sich seit einem Jahre die schweren

Kämpfe an der Isonzofront abspielen, förmlich in drei großen Treppenstufen empor. Die südlichste und niedrigste wird vom Triester Karst und dem daran anschließenden fruchtbaren Hügellande der Görz-Wipacher Mulde gebildet; als mittlere Stufe erhebt sich über der letzteren mit einem mauerähnlichen Kalkabbruche das Ternovener Plateau oberhalb von Görz, und schließlich, noch weiter im Norden, die wieder mit einem Steilanstiege beginnende Hochgebirgsmasse der Julischen Alpen. Während die beiden letztgenannten Einheiten einer weit nach beiden Seiten fortsetzenden geschlossenen Gebirgszone angehören, läuft der Triester

Karst, bei Doberdo auf etwa 100 m Höhe herabsinkend, in die Friauler Ebene hinaus, so daß zwischen ihm und dem Tervovner Plateau die Görz-Wippacher Mulde einen ziemlich breiten Zugang nach Osten bildet, dessen Sperrung die höchsten Anforderungen an die Ausdauer der Verteidiger stellte. Die drei genannten Gebirgseinheiten stellen je eine Hauptzone des südalpindinarischen Faltengebirges dar, dessen innere Teile sich am höchsten emporstauten und wie große Schollen gegen die Außenseite des Gebirges geschoben wurden; infolgedessen blicken die durch Rückwitterung erzeugten schroffen Schichtabbrüche gegen Süden und Südwesten. Nach der Hauptgebirgsbildung wurden große Teile dieser Gebiete durch Abwaschung bis nahe zum Meeresniveau abgetragen und erst später, aber vor dem Diluvium, durch neue Bewegungen ungleich gehoben: die inneren Zonen am stärksten. Die dadurch angeregte Tätigkeit der Flüsse schuf tiefe Taleinschnitte, deren manche im Laufe der Zeit wieder totgelegt wurden. Letzteres war besonders im Karste der Fall, wo das Wasser bei zunehmender Hebung mehr und mehr vom klüftigen, durchlässigen Kalkboden aufgenommen wurde. Der Triester Karst bietet in dieser Beziehung höchst eigenartige Erscheinungen, da heute die Entwässerung nur durch Spalten und Höhlensysteme erfolgt (vergl. den bei Duino zutage tretenden Höhlenfluß Timavo), während in den früheren Stadien der landschaftlichen Entwicklung schön ausgesprochene Talsysteme angelegt wurden, die heute völlig aus dem Entwässerungssystem ausgeschaltet sind. Von hohem Interesse ist das Verhalten der Wasserscheide zwischen Isonzo- und Savegebiet, also zwischen der Adria und dem Schwarzen Meere; sie wurde wegen des im Laufe der Hebung stark vermehrten Gefälles der adriatischen Abdachung an verschiedenen Stellen weiter landeinwärts verlegt, so z. B. am Idricafluß, dessen ganzer Oberlauf einst gegen Laibach entwässerte. Die Bewegungen dauerten bis in die jüngste geologische Zeit fort und sind wahrscheinlich noch heute nicht abgeschlossen. Während die voralpinen Zonen weiter stiegen, trat aber im Küstenkarst eine Absenkung ein, die so groß ist, daß z. B. in Grado diluvialer Flußschotter des Isonzo mehr als 200 m unter dem Meeresspiegel erhöht wurde. Dieser jungen Senkung verdankt die istrisch-dalmatinische Küste ihre reiche Gliederung und ihren natürlichen Schutz, da das Meer in die unteren Teile der Täler eindrang und Höhen als Halbinseln oder Inseln vom Hinterlande trennte. Im Gegensatz dazu führt sich der eintönig offenliegende Flachstrand der italienischen Ostküste auf Landzuwachs unter ständiger Anschüttung zurück.

Nach der öffentlichen Sitzung wurde in der mathematisch-physikalischen Klasse von Herrn Wiener eine Arbeit von Herrn Ostwald: *Beiträge zur Farbenlehre. 4. Stück. Gesättigte Farben* vorgelegt. Die bisherige Ansicht, daß gesättigte Farben und spektral homogene Farben praktisch identisch seien, wird als völlig irrtümlich erwiesen. Vielmehr zeigt es sich, daß eine gesättigte Farbe stets durchschnittlich mehr als die Hälfte des ganzen Spektralgebietes enthält. So ist beispielsweise gesättigtes Gelb aus Rot, Orange, Gelb, Grün und Blaugrün zusammengesetzt. Und zwar zeigt sich diese Zusammensetzung überall an reingelben Pigmenten oder Lösungen, unabhängig von der chemischen Beschaffenheit, völlig übereinstimmend. Diese und verwandte Tatsachen führen zu der Verallgemeinerung, daß jede gesättigte Farbe aus sämtlichen Farben zusammengesetzt ist, welche auf einer Seite des Farbenkreises zwischen zwei Ergänzungsfarben liegen, wobei der resultierende Farbenton durch die Mitte dieses Halbkreises definiert ist.

Durch den Umstand, daß das Spektrum den Farbenkreis nicht vollständig deckt, sondern eine Lücke läßt, werden diese Verhältnisse kompliziert, und die Abhandlung enthält die Darlegung der sich hieraus ergebenden Beziehungen, insbesondere über die bemerkenswerten und einigermaßen unerwartete Zuordnung zwischen den Punkten des Farbenkreises und den Far-

ben des Spektrums. Ein 5. Stück der Arbeit handelt von der Reinheit. Während bisher ein Mittel, den Reinheitsgrad eines gegebenen Farbaufstriches zu bestimmen, überhaupt nicht bekannt war, finden sich in dieser Abhandlung die Grundlagen entwickelt, nach denen zunächst relative Reinheitsbestimmungen an Farben gleichen Farbtones sowie an Ergänzungsfarben und weiterhin auch absolute Reinheitsbestimmungen an jeder beliebigen Farbe ausgeführt werden können. Hierbei stellte sich heraus, daß die Ergebnisse dieser Messungen sowohl von der Beleuchtung wie von der individuellen Beschaffenheit des beobachtenden Auges ganz unabhängig sind, somit absoluten Charakter in physikalischem Sinne besitzen.

Die ausgearbeiteten Methoden werden benutzt, um an einem experimentell hergestellten Farbenkreise aus Farben größter Reinheit die erreichten Reinheitsgrade zu messen, wobei sich herausstellt, daß zwar im Gebiete der warmen Farben sich Reinheitsgrade von 80—90 % erreichen lassen, daß aber im Gebiete der kalten Farben die Reinheit von 60 % bisher nicht hat überschritten werden können. Weiterhin ergab sich, daß im allgemeinen gleiche Farbmengen gleichen Reinheitsgrades oder allgemein Farbenmengen, die ihrem Reinheitsgrad umgekehrt proportional sind, gerade ausreichen, um miteinander bei additiver Mischung neutrales Grau zu ergeben. Dieses Resultat war von vornherein nicht zu erwarten, da die Reinheitsgrade absoluten Charakter haben, während die Neutralitätsverhältnisse der Gegenfarben von der Art der Beleuchtung und von der individuellen Beschaffenheit des Auges abhängig sind.

Als praktisches Ergebnis dieser Untersuchungen wird eine Methode entwickelt, um jede beliebige vorgelegte Farbe chromatisch zu analysieren und durch die Angabe von Farbton, Reinheit und Grau bzw. Weiß oder Schwarz in erschöpfender und reproduzierbarer Weise zu definieren.

Zum Schluß legte der Sekretär eine Arbeit von Herrn Thomae über das *Steinersche Strahlenbüschel und das Dreispitz* vor.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

18. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Der Präsident macht Mitteilung von dem Verluste, welchen die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse durch das am 6. Mai l. J. erfolgte Ableben ihres auswärtigen korrespondierenden Mitgliedes, Hofrates Prof. Dr. Hans Chiari, erlitten hat. Die anwesenden Mitglieder geben ihrem Beileid durch Erheben von den Sitzen Ausdruck.

Das w. M. Hofrat Prof. Dr. K. Grobben legt eine vorläufige Mitteilung von Dr. Otto v. Wettstein vor, betitelt: *Neue Vögel aus Nordostafrika*. Beschrieben werden: *Cursorius gallicus kordofanensis* n. sp., *Barbatula chrysocoma pallida* n. subsp., *Aidemosyne cantans baraënsis* n. subsp., *Fringillaria reichenowi* n. sp., *Cisticola deserticolor* n. sp., *Cisticola latini* n. sp., *Thamnolaea coronata kordofanensis* n. subsp.

Das w. M. R. Wegscheider legt zwei Arbeiten aus dem Chemischen Institut der k. k. Universität zu Graz vor:

1. *Zur Kenntnis der Halogensauerstoffverbindungen. Nr. 12. Die Kinetik der Jodatbildung aus Jod neben Trijodion*, von A. Skrabal und J. Gruber. Es wurde die Geschwindigkeit der gleichzeitig aus Jod und Trijodion erfolgenden Jodatbildung gemessen und daraus das Zeitgesetz der Bildung von Jodat aus Jod sowie die Konstante des Trijodiongleichgewichts (letzteres in Übereinstimmung mit den bekannten Werten) berechnet.

2. *Reaktionsgeschwindigkeit - Temperatur - Studien. Nr. 1. Die Größe der Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit*, von Anton Skrabal. Der

Temperaturquotient der Reaktionsgeschwindigkeit ändert sich mit variablen Parametern derart, daß der zunehmenden Geschwindigkeit ein abnehmender Temperaturquotient entspricht. Dieser Satz ist der Ausfluß eines allgemeineren Satzes: Je rascher eine Reaktion ist, um so geringer ist die Geschwindigkeitsänderung, welche sie durch Variierung ihrer Parameter erfährt.

Das w. M. R. Wegscheider überreicht ferner eine Arbeit aus dem I. chemischen Laboratorium der k. k. Universität in Wien: *Über wässrige Ammonkarbonatlösungen und über Hydrolyse im allgemeinen*, von R. Wegscheider. Die Berechnung der Zusammensetzung von Ammonkarbonatlösungen wird für beliebige Verhältnisse von Kohlensäure und Ammoniak in neuartiger Weise durchgeführt und die Konstante des Gleichgewichts zwischen Karbonat und Karbamat ermittelt.

Anschließend werden Formeln zur strengen Berechnung der Hydrolyse binärer Salze gegeben und

die Bedingungen ermittelt, unter denen die Unabhängigkeit des Hydrolysegrades und des Wasserstoffionengehaltes von der Verdünnung streng gilt.

Dr. Rudolf Wagner legt eine Abhandlung vor mit dem Titel: *Über den Richtungswechsel der Schraubelzweige von Hydnophytum angustifolium Merr.* Die 1905 auf Mindanao entdeckte Rubiacee ist wie die anderen Arten eine Ameisenpflanze, deren lange rutenförmige Zweige einen sehr merkwürdigen Bau besitzen, wie er noch von keiner einzigen Blütenpflanze bekannt ist. Nicht nur kommen Sympodien von 34 Sproßgenerationen vor, sondern der Richtungsindex von α bleibt durch eine Reihe von Sproßgenerationen konstant, um dann wieder zu wechseln. H. Hahlvi Rech. von der Insel Bougainville zeigt vorwiegend Wickeltendenz. Eine graphische, 1914 an gleicher Stelle veröffentlichte Methode (Über die diagrammatische Darstellung dekussierter Sympodialsysteme) konnte passend modifiziert werden.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Nr. 6, 1916.

Über vergleichende Raumgittermessungen an Steinsalz und Sylvin mittels homogener Röntgenstrahlen und deren exakte Wellenlängenbestimmung; von Ernst Wagner. Mittels einer genau diskutierten Meßmethode werden die Reflexionswinkel eines homogenen Röntgenstrahles an den Würfelflächen von Steinsalz und Sylvin bestimmt. Hierbei ergaben sich die Raumgitterkonstanten einiger Steinsalzexemplare sehr verschiedener Herkunft als gleich innerhalb der Meßfehler. Die Gitterkonstanten von NaCl und KCl erwiesen sich in ihrem Verhältnis von derselben Größe, wie deren Struktur erwarten läßt. Endlich folgt ein genauer Wert für die Wellenlänge der α -Linien des Palladiums.

Über das Mitschwingen kleiner Körper in Schallwellen; von Walter König.

Über physikalische Eigenschaften von Lösungen in ihrem Zusammenhang. V. Ultraviolette Dispersion von Salzen in Wasser; von Adolf Heydweiller und Otto Grube (+).

Elementare Ableitung der Geschwindigkeit von Kreis- und Schraubenwirbeln; von A. Lauth.

Die Übereinstimmung der als Reflexionstöne oder Pfundlersche Töne bezeichneten Klangerscheinungen mit der Helmholtzschen Resonanztheorie des Hörens; von F. A. Schulze.

Zur Elektronentheorie der Metalle; von A. March. Die Arbeit geht von der Annahme aus, daß ein Atom von der Schwingungszahl ν Elektronen emittiert, deren Energie ein ganzzahliges Vielfaches von $h\nu$ beträgt. Eine nähere Überlegung führt zu einer Bestimmung der Zahl der freien Elektronen als Funktion der maximalen Schwingungszahl ν_m des Körpers, wonach die Zahl der freien Elektronen mit wachsendem ν_m abnimmt. Daraus ergibt sich eine Erklärung für die Leitfähigkeitserniedrigung von Legierungen mit isomorphen Mischkristallen und von Metallen, die unter Einwirkung von Druckkräften stehen.

Das Emissionsspektrum zweiatomiger Verbindungsgase im fernen Ultrarot; von W. Mandersloot. Auf Grund der klassischen Theorien von Kinetik und Elektronik wird eine Intensitätsverteilung der Emission im fernen Ultrarot rotierender Dipole (HCl, HBr, CO) abgeleitet und mit Hilfe der Maxima der einzigen Doppelbande im näheren Ultrarot die kinetischen Größen eliminiert.

Beobachtungen über den zeitlichen Verlauf der Lichtemission in Spektralserien; von J. Stark. Mit Hilfe besonderer Versuchsanordnungen wird gezeigt, daß längs einer Spektralserie (H-, He- und Li-Serien) die Leuchtdauer eines Gliedes (Größenordnung $4 \cdot 10^{-7}$ sec) mit steigender Nummer ziemlich rasch zunimmt.

Annalen der Physik; Nr. 7, 1916.

Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie; von A. Einstein. Die erkenntnistheoretischen und physikalischen Gründe für eine Ausdehnung der Relativitätstheorie auf beliebig bewegte Bezugssysteme werden dargelegt. Nachdem gezeigt ist, daß in einer allgemeinen Relativitätstheorie Raum- und Zeitgrößen nur mehr die Bedeutung von willkürlich wählbaren Gaußschen Koordinaten in der 4-dimensionalen Welt haben können, wird das Postulat der allgemeinen Kovarianz der Naturgesetze aufgestellt. Hierauf werden die nötigen mathematischen Hilfsmittel für die Aufstellung allgemeiner kovarianter Gleichungen dargelegt und mit deren Hilfe die Differentialgleichungen für das Gravitationsfeld, die Bewegung inkompressibler Flüssigkeiten und das elektromagnetische Vakuumfeld abgeleitet.

Die Entropie fester Lösungen; von Otto Stern. Unter der Annahme, daß die Atome im Kristall verkettenden Kräfte chemischer Natur sind, läßt sich ein Mischkristall als das enorm große Molekül einer chemischen Verbindung auffassen, dessen Bausteine die gemischten Stoffe sind. Die Diffusion, bei der die Atome ihre Gleichgewichtslagen tauschen, ist nach dieser Auffassung die Umwandlung des Moleküls in ein isomeres. Mit Hilfe der chemischen Gleichgewichtslehre wird die Wahrscheinlichkeit jeder beliebigen Anordnung der Atome und die Entropie des Mischkristalls berechnet. Für den limes $T=0$ wird diese Entropie Null, falls eine Anordnung der Atome eine kleinere Energie besitzt als alle übrigen. Diese Bedingung für die Gültigkeit des Nernstschen Theorems für feste Lösungen ist bei Annahme einer Nullpunktsenergie stets erfüllt.

Die elektrodynamische Spaltung der Serienlinien des Wasserstoffs; von W. Wien. Gleich nach Auffindung der Spaltung der Wasserstofflinien durch ein elektrisches Feld wurde aus der elektromagnetischen Theorie gefolgert, daß die Geschwindigkeit der Wasserstoffkanalstrahlen gerade ausreicht, um zu entscheiden, ob die von der Theorie verlangte elektrodynamische Wirkung für die Leuchtvorgänge gilt und eine gleiche Spaltung der Wasserstofflinien hervorruft. Während anfänglich nur eine Verbreiterung der Linien beobachtet wurde, wurden in der vorliegenden Arbeit Spaltungen der Wasserstofflinien erreicht, deren Größe mit der Theorie übereinstimmt.

Versuche über das Leuchten der Wasserstoffkanalstrahlen; von R. v. Hirsch.

Untersuchungen am Lithiumspektrum im elektrischen Feld; von H. Lüsser. Verhältnis der Intensitäten der Hauptserie und der ersten und der zweiten Nebenserie. Fehlen der Polarisierung bei die-

sen Serien. Feinzerlegung der ersten Nebenserie. Einfluß der Feldstärke auf das Intensitätsverhältnis der Komponenten. Verschiebung der zweiten Nebenserie nach Rot.

Physikalische Zeitschrift; Heft 8, 1916.

Ein elektrischer Ofen zum Dauerbetrieb der Gaeddeschen Diffusionspumpe; von E. Rüchardt. Der Heizkörper besteht aus einem oben offenen Tonzylinder, der in 2 Lagen mit Konstantandraht bewickelt ist. Genügende Wärmeisolation nach außen ist durch einen Luftmantel und Asbestwolle erreicht. Mit einem Strom von 2,9 Amp. konnten die Hg-Dämpfe der Diffusionspumpe stundenlang auf einer Temperatur von 117° innerhalb eines Grades konstant gehalten werden. Die Betriebsart ist weniger gefährlich für die Pumpe als die Bunsenbrennerheizung und gewährleistet eine große Konstanz der Pumpgeschwindigkeit.

Über die Ausbreitung reiner und gemischter Flüssigkeiten auf Wasser; von A. Pockels.

Eine Anordnung zur Demonstration einiger Gesetze des radioaktiven Zerfalls; von P. Ludewig. Läßt man aus einer Glasröhre durch ein im Boden befindliches Loch Wasser ausfließen, so nimmt die Wassermenge nach etwa dem gleichen Gesetz ab wie die Substanzmenge eines zerfallenden radioaktiven Elementes. Dies wird vom Verfasser dazu benutzt, um die Gesetzmäßigkeiten zu demonstrieren, die beim Zerfall der RaEm in RaA, RaB, RaC und RaD eintreten. Die Anordnung vermag besonders anschaulich das Wesen des radioaktiven Gleichgewichts vor Augen zu führen.

Zur Theorie des Starkeffekts; von Paul S. Epstein.

Bemerkung über die Konstante der Gesamtstrahlung eines schwarzen Körpers; von W. Gerlach. Es wird experimentell nachgewiesen, daß die von Coblenz angegebene Modifikation der Gerlachschen Methode zur Bestimmung der Strahlungskonstante σ des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes $S = \sigma \times T^4$ die Differenz der von beiden Beobachtern erhaltenen Werte (Coblenz $5,61 \times 10^{-12}$) nicht bedingt; Verfasser findet auch mit Coblenz' Anordnung und aus weiteren neuen Messungen $\sigma = 5,85 \times 10^{-12}$ Watt \cdot cm $^{-2}$ \cdot Grad $^{-4}$ (Neuere Messungen von Coblenz ergeben sehr nahe den gleichen Wert $\sigma = 5,75 \times 10^{-12}$.)

Zeitschrift für Instrumentenkunde; April 1916.

Untersuchung einer analytischen Wage für 200 g Maximalbelastung für Zwecke feinerer Wägungen; von J. Kramer. Bei Beschaffung einer sogenannten physikalisch-chemischen Wage wird festgestellt, was eine gute Wage dieser Art leistet und welche Anforderungen man an die Unveränderlichkeit ihrer Teile und Konstanten stellen kann. Gleichzeitig werden diesem Beispiele die Formeln und Methoden zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit und zur Bestimmung der Konstanten einer gleicharmigen Hebelwage ausführlich mitgeteilt.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1915.

Zeitschrift für Elektrochemie; Band 22, Heft 9/10, 1916.

Über die Kolloidierung des festen Thoriumoxyds; von V. Kohlschütter und A. Frey.

Betrachtungen über die spezifische Wärme fester Körper; von H. v. Jüptner. Die Atomwärmen fester Stoffe sind (bezogen auf dieselbe Zahl von Freiheitsgraden) kleiner als die Molekularwärmen identer einatomiger Gase. Die Erklärung dafür läßt sich darin finden, daß bei ersteren keine Schwingungsenergien vorkommen können, welche einen Übertritt der Atome des festen Körpers in den Gasraum, also eine Sublimation, ermöglichen. So ergibt sich für den Gesamtwärmeinhalt eines festen Grammatoms

$$W = \frac{3}{2} RT \cdot e^{-\frac{\epsilon}{E_0}}$$

Meteorologische Zeitschrift; Heft 4, April 1916.

Die tägliche Winddrehung zu Eberswalde und Lindenberg; von Joh. Schubert. In einer Abhandlung über die Richtung der Winde in Eberswalde, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1915, S. 748, hatte der Verfasser eine Regel aufgestellt, nach der sich die Häufigkeit der Richtungen von 8 Uhr vormittags bis 2 Uhr nachmittags ändert: Tritt die linksbenachbarte Richtung um 8 Uhr häufiger auf, so nimmt die Anzahl zu, ist die linksbenachbarte Richtung seltener, so nimmt die Zahl ab. Dies führt dazu, die Änderungen als Rechtsdrehung aufzufassen mit dem wahrscheinlichen Betrage von 8° , für Lindenberg unter 7° . Nach derselben Methode wurde die reine Rechtsablenkung des Oberwindes in 500 m gegen den Unterwind zu 11° gefunden. Die, abgesehen von der eigentlichen Rechtsdrehung von Vor- zu Nachmittag, noch auftretenden Zusatzwinde kamen beim Unterwinde aus Nord bis Nordwest. Unter- und Oberwind ändern sich von Vor- zu Nachmittag im Sinne einer Ausgleichung ihrer Unterschiede.

Über die atmosphärische Quelle der durchdringenden Strahlung; von Franz Linke. Eine Reihe von Forschern hat gefunden, daß eine sehr durchdringende elektrische Strahlung in der Atmosphäre vorhanden ist, deren Ursprung bisher unbekannt war. Der Verfasser hat auf Grund einer Beobachtungsreihe von Dr. Kolhörster in Halle durch Rechnung gefunden, daß diese Strahlung in Höhen um 20 km liegt, und stellt die Hypothese auf, daß der hier vorhandene kosmische Staub die strahlende Materie enthält.

Merkwürdige Schwankungen der Sichtbarkeit der Alpen; von J. Maurer. Im Archiv der Schweiz. Meteor. Zentralstelle sind seit 1865 ununterbrochen fortgeführte Aufzeichnungen über die Sichtbarkeit der Alpen in Zürich vorhanden. Die Bearbeitung dieses reichen Beobachtungsmaterials ergibt die auffällige Tatsache, daß die Tage mit klarer Alpenansicht seit dem letzten Dezennium, d. h. seit etwa 1903, stark in Abnahme begriffen sind. Gegen die außerordentlich hohen Ziffern, von 1881 bis 1895 namentlich, wo in Zürich jährlich nahe 100 Tage mit guter Alpenansicht registriert wurden, reichen die Lustrensummen von 1906 bis 1915 kaum mehr an die Hälfte heran. Daß die Ursache dieser starken Abnahme wohl in der Tiefe, d. h. in der nächsten Stadtumgebung zu suchen ist, das zeigen deutlich die Föhnbeobachtungen der Innerschweiz (Altdorf), welche keine Abnahme der Föhnhäufigkeit seit 1901 ergeben, und ebenso die Notierungen auf dem Säntisgipfel, die sogar eine Zunahme der Tage mit schöner Alpensicht erweisen. Nach des Verfassers Ansicht muß man die sukzessive Vermehrung der Rauchdünste im Weichbild der Stadt für die beobachtete Lufttrübung verantwortlich machen.

Über eine außerordentliche Hörweite des Geschützdonners; von Bonne. Anfang März d. J. konnte ich auf der 380 m hohen Altenburg bei Bamberg deutlich das charakteristische Geräusch fernen Geschützdonners vernehmen. Es war der Beginn der Kämpfe vor Verdun. Das Tal, an dem die Altenburg liegt, läuft genau von Westen nach Osten. Die einzig mögliche Erklärung ist, daß es sich um die „anormale Hörweite“ handelt. Da die von Westen nach Osten verlaufenden Schallwellen hier gegen den wie einen Querriegel vorgelagerten Fränkischen Jura anprallen, ist in diesem Umstande vielleicht eine Ursache für das Zustandekommen der anormalen Hörweite (370 km Entfernung in der Luftlinie) gegeben. Die Richtigkeit der Beobachtung ist auch von zahlreichen anderen Beobachtern festgestellt.

Zur barometrischen Höhenmessung; von E. Kohlschütter. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß das Jahresmittel der barometrischen Höhen nicht in allen Klimaten mit der wirklichen Höhe übereinstimmt. Das Wichtigste bei der barometrischen Höhenmessung ist die Ermittlung dieser klimatischen Fehler.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 25.

23. Juni 1916.

LIBRARY
RECEIVED
Vierter Jahrgang.

DEC 6 1922

INHALT:

Reizdüngemittel und ihre Bedeutung. Von *Prof. Dr. Paul Ehrenberg, Göttingen*. S. 345.

Besprechungen:

Pfeffer, W., Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. Von *H. Kniep*. S. 352.

Brehm, Alfred, Die Lurche und Kriechtiere. Von *F. von Wagner*. S. 353.

Pfaundler, M., Körpermaßstudien an Kindern. Von *H. Friedenthal*. S. 354.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Winddrehung, Windgeschwindigkeit und Lufttransport. Von *R. Süring*. S. 355.

Botanische Mitteilungen:

Licht und Wachstum. Ueber den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. Ueber das Verhältnis von Sprossen bei Widerstand leistender Erdbedeckung. S. 356—358.

Zoologische Mitteilungen:

Womit riechen die Bienen? Ernährung der Infusorien. Regenwurmart *Euchytraeus humiculator* in Seewasser. Aenderung des Geschlechtes bei Rädertieren. S. 358—360.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Körpermaß-Studien an Kindern

Von

M. Pfaundler

München

Mit 5 Textfiguren und 8 Tafeln

Preis M. 4.80

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Untersuchungen über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen (1903—1916)

von

Carl Dietrich Harries

Mit 18 Textfiguren

Preis M. 24.—; in Halbleder gebunden M. 27.80

Soeben erschien:

Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle

Vortrag gehalten an der 94. Jahresversammlung der Schweizerischen
Naturforschenden Gesellschaft in Solothurn 2. August 1911

Von

Emil Abderhalden

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle

Zweite Auflage

Preis M. 1.—

Vor kurzem erschien:

Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle

Von

Dr. Hartwig Klut

Mitglied der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem

Dritte, umgearbeitete Auflage

Mit 33 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 4,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

23. Juni 1916.

Heft 25.

Reizdüngemittel und ihre Bedeutung.

Von Prof. Dr. Paul Ehrenberg, Göttingen.

Die Anschauung, daß gewisse Umstände eine Reizwirkung auf Pflanzen auszuüben vermöchten, ist wohl schon alt, und von entsprechenden Feststellungen beim Tier ausgegangen. Fast jeder Tag bringt uns ja Beobachtungen über Reizwirkungen auf den tierischen oder menschlichen Körper, seien es nun solche durch Licht, chemische Einflüsse oder ähnliches. Daß auch die Pflanze gewisse entsprechende Erscheinungen aufweisen kann, mußte alsbald auffallen, als man begann, die Lebensvorgänge derselben mit Aufmerksamkeit zu beobachten. Das bei unseren Zimmerpflanzen so deutlich wahrnehmbare Hinwenden der Blätter zum Licht, eine wohl jedem Leser bekannte Erscheinung, sei als Beispiel angeführt. Besonders scharf und auffallend zeigt sich die Reizwirkung des Lichtes dann bei den sich in Nord-Süd-Richtung einstellenden, sonderbaren Kompaßpflanzen heißer Länder. Auch Reizwirkungen der Wärme sind gut bekannt und in auffallendster Weise bei dem sogenannten Warmbadverfahren zum Treiben der Pflanzen benutzt worden. Taucht man nämlich z. B. einen Haselnußzweig, der männliche, im Winter natürlich noch wenig entwickelte und unerschlossene Blüten als herabhängende, raupenähnliche Gebilde trägt, etwa 10—12 Stunden in 30—35° und höher erwärmtes Wasser, so wird er dann im Zimmer in wenigen Tagen zur vollen Blüte kommen, während ein anderer, unbehandelter Zweig keinen Entwicklungsfortschritt aufweist, und sogar ein nicht ins Warmbad eingetauchter Teil des behandelten Zweiges in der Winterruhe verharret. Ähnlich, nur umgekehrt, vermag man im Frühjahr ausgesäeten Winterweizen, der sonst als niedriges Gras den Sommer über fortwachsen und nicht zur Halm- und Ährenbildung gelangen würde, dadurch zum Schossen und zur Ährenbildung zu bringen, daß man ihn nach Ausbildung einer Anzahl der niedrig wachsenden Blätterbüsche einige Zeitlang in einen Kälteraum bringt. Bewegungsreize, wie sie die Mimose und, vielleicht weniger augenfällig, manche anderen Pflanzen zeigen, haben ja geradezu in unseren Sprachgebrauch Aufnahme gefunden, in den Worten „mimosenhaft“, „mimosenart“ und ähnlichen. Auch die Schwerkraft übt zum Teil ganz erhebliche Reizwirkung auf Pflanzen aus, wie schon die nach unten wachsende Wurzel, der nach oben wachsende Sproß etwa einer am Fenster angetriebenen Hyazinthe zeigen. Druck und Zug, und endlich auch Verletzungen wirken als Reize, und der letztgenannte

Fall leitet uns zu den Reizauslösungen durch Schmarotzer unserer Pflanzen über. Der Gallapfel, Kohlkropf, Hexenbesen und dergleichen sind hier zu erwähnen, dürfen indessen wohl mit Recht, will man sie genau deuten, bereits in das Gebiet der chemischen Reize und ihrer Folgen übertragen werden. Denn zumeist wird es sich um die Wirkung gewisser Ausscheidungen der Schmarotzer auf das Zellgewebe der Pflanze handeln. Noch schärfer und deutlicher treten uns chemische Reizwirkungen bei der ähnlich wie das Warmbadverfahren zur Beschleunigung des Austreibens von winterruhenden Pflanzen anwendbaren Ätherbehandlung entgegen. Die Einwirkung des Dampfes von Äthyläther kürzt die Ruhezeit von Zwiebelgewächsen wie von Holzpflanzen vielfach erheblich ab, was gleichfalls zur Ausnutzung durch die Gärtnerei geführt hat. Ganz ähnlich wirkt die Einstellung blühbarer Zweige in Nährsalzlösungen.

Es konnte beim Vorhandensein so zweifelloser Reizwirkungen durch chemische Einflüsse nicht überraschen, daß man auch in anderen Fällen dann sehr häufig ähnliche Erscheinungen erkennen wollte und noch heute erblicken will. Nur scheint mir, als wenn man dabei nicht selten von Anfang an einen Umstand übersehen hätte: die bislang besprochenen Reizwirkungen, die man auf chemische Veränderungen zurückführen kann, bringen nicht eine allgemeine Verstärkung der Entwicklung, sondern sie steigern das Wachstum nur an einzelnen Orten, und zwar auf Kosten der Gesamtausbildung, so bei Hexenbesen, Gallen, Kropfbildungen und dergleichen; oder aber sie beschleunigen den Ablauf auch sonst — und dann vielleicht stärker — zur Ausbildung kommender Vorgänge, wie Austreiben der Blätter bzw. Blüten bei Äther- und Warmbadverfahren. Um für die naturgemäße Gesamtentwicklung vorteilhaft wirkende Reizwirkungen handelt es sich, soweit man zu urteilen in der Lage ist, nicht.

Vielfach als verwandt angesehene Erscheinungen finden wir nun bei anderen Reizeinflüssen chemischer Stoffe, die wir in die Gruppe der abgeschwächten Giftwirkungen einreihen dürfen. Es handelt sich nämlich um die Erscheinung, die uns ja beim Menschen so gut bekannt ist, daß nämlich Gifte, wie Alkohol, Nikotin, Koffein, auch Arsenik, Blausäure und andere, in geringen Mengen anregend, als Reizmittel wirken, während sie in größeren Mengen ihre eigentliche Giftnatur zeigen. Freilich fehlt es uns wohl auch beim Menschen noch an völlig genügender Kenntnis der hier in Betracht kommenden Erscheinungen, und

neuere Erkenntnis spricht zum guten Teil nicht mehr so viel von erregenden oder anregenden Wirkungen des Alkohols auf den Menschen, sondern glaubt es von Anfang an wesentlich mit einer Herabsetzung der Empfindungs- und Überlegungstätigkeit zu tun zu haben. Die allgemein verbreitete Anschauung ist freilich die, daß wir, ausgehend von Reiz- und Erregungswirkungen, bei höheren Giftkonzentrationen zu Lähmungs- und Betäubungserscheinungen kommen, an die sich bei weiterer Steigerung des Gifteinflusses der Tod anschließt. Ganz entsprechend hat man sich dann auch die Vorgänge bei der Pflanze vorgestellt, und gewiß in vielen Punkten wichtige Beweisgründe beizubringen vermocht. Daß freilich abgeschlossene Kenntnis des gewiß recht schwierigen Gebietes vorläge, wird indessen niemand behaupten können, im Gegenteil, weitere kritische Bearbeitung und Durchdringung der Sachlage mit Hilfe des exakten Versuchs dürfte häufig darlegen, daß die anscheinend so einfache Erklärung nicht selten den Tatsachen nicht gerecht zu werden vermag.

Auch bei diesen abgeschwächten Giftwirkungen finden wir nun, wie bereits oben erwähnt, nicht selten Fälle, in denen deutlich die Förderung einer einzelnen Entwicklungserscheinung der Pflanze, aber auf Kosten der gesamten Ausbildung, hervortritt. Derartige kennt man z. B. von der Wirkung der Flußsäureverbindungen auf Alkoholhefen, der Zinksalze auf das Pilzwachstum.

Anderweit kann ein Teil der beobachteten Reizwirkungen chemischer Art bei der Entwicklung bestimmter niederer Pflanzen auf ein Zurückdrängen der in Wettbewerb stehenden anderen Sorten zurückgeführt werden. Dies ist der Grund, weshalb auf diesem Gebiete nahezu alle nicht unter streng keimfreien Verhältnissen durchgeführten Versuche nur ein äußerst unsicheres oder auch gar kein beweisendes Material für eigentliche chemische Reizwirkungen beizubringen vermögen. Ein nicht unerheblicher Teil der immer wieder in der Literatur aufgeführten Versuche wird von diesem Gesichtspunkt aus abzulehnen sein, zumal auch kurze Sterilisation selten die wirkliche Ausschaltung aller wettbewerbbenden Kleinlebewesen bedeutet. Trotzdem liegen derartig viele auf wirkliche Steigerung der Gesamtentwicklung bezogene und offenbar gut beglaubigte Untersuchungen vor, daß man zurzeit auch bei einiger Hinneigung zum Zweifel es nicht wagen kann, die Möglichkeit einer Förderung sämtlicher oder doch des überwiegenden Teiles der Lebensvorgänge von Pflanzen und damit ihrer gesamten Ausbildung auf dem Wege der Reizwirkung in Abrede zu stellen¹⁾.

Immerhin dürfte es die noch vorliegenden Schwierigkeiten der ganzen Sachlage beleuchten, wenn wir uns die Frage vorlegen, wodurch bei Annahme einer Steigerung der Entwicklung und Bildung der organischen Masse einer Pflanze infolge von Reizwirkung denn dieser Einfluß im einzelnen erklärt werden soll. Damit, daß der betreffende, in höherer Konzentration giftige Stoff in entsprechend geringer Menge „als Reiz wirkt und die Lebenseigenschaften erhöht“¹⁾ oder „den Organismus zu kräftigerer Lebensäußerung reizt“²⁾, ist uns zu wenig gesagt, als daß Derartige einen Wissenschaftler neuerer Zeit befriedigen könnte. Wir fragen sogleich, in welcher Richtung der uns doch zum Teil bekannten und wohl voneinander verschiedenen Lebensäußerungen die Wirkung verläuft: ob eine Verstärkung der Wasserdurchströmung, eine Erhöhung der Kohlenstoffassimilation, der Atmung, der Stärkeumlagerung, bestimmter Enzyymbildungen oder irgendeiner anderen Lebenserscheinung in Betracht kommt. Und wir können es uns nicht erklären, daß diese verschiedenen und, wie wir wissen, zum Teil durch Wärme, Licht und andere Einflüsse recht wechselnd zu beeinflussenden Vorgänge durch eine große Reihe oder gar alle Giftstoffe in gleicher Weise derart gesteigert werden sollten, daß eine Erhöhung der Gesamtentwicklung der Pflanze sich ergibt; soweit eben nur die Konzentration des Giftes niedrig genug gehalten wird. Wenn man hier auf die Reizerscheinungen, welche einzelne Giftstoffe beim Menschen auslösen, hinweisen wollte, so würde die Schwierigkeit einer solchen Vorstellung noch deutlicher werden. Denn weder ist eine Gleichartigkeit der Einzelwirkungen von Alkohol, Arsenik, Phosphor und etwa Blei beim Menschen bekannt, noch kann von einem günstigen Gesamteinfluß bei ausreichend geringer Konzentration in jedem Falle gesprochen werden; man vermag sogar wohl Zweifel darüber zu äußern, ob für den menschlichen Körper überhaupt derartige Reizwirkungen von für den gesunden Gesamtorganismus günstiger Art in etwas größerem Umfange bekannt sind.

Zeigen bereits solche allgemeinen Betrachtungen, daß mit der Annahme und dem nach allgemeiner Ansicht auch erbrachten Beweise des Vorhandenseins für die Gesamtentwicklung von Pflanzen günstiger Reizwirkungen bestenfalls der Anfang eines schwierigen Weges beschritten ist,

wenn auch weit weniger umfassende Zusammenstellung, Zentralblatt für Bakteriologie T. 2, 31, 185 und folg. (1912). Sonst mögen noch zu nennen sein: R. Ewert, Landwirtschaftliche Jahrbücher 34, 233 (1905); hier wird die auch noch bei Czapek als erwiesen betrachtete Reizwirkung des Kupfers der Bordeauxbrühen mit einleuchtenden Gründen bestritten; P. Ehrenberg, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 72, 32 (1910), Journal für Landwirtschaft 64, 37 (1916); ohne daß damit Vollständigkeit erreicht wäre.

¹⁾ So Hueppe, Naturwissenschaftliche Einführung in die Bakteriologie 55 (1896).

²⁾ E. B. Fred, Zentralblatt für Bakteriologie Tl. 2, 31, 242 (1912).

¹⁾ Eine Aufführung des größten Teils der Literatur findet sich bei F. Czapek, Biochemie der Pflanzen, 2. Auflage, I, 147 und folg. (1913, Jena). Dann ist H. Vageler, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 88, 159 (1916), zu nennen. Auch E. B. Fred bringt eine,

so tritt dies noch erheblich deutlicher bei den bislang nicht allzu zahlreichen Versuchen hervor, derartige Reizwirkungen auf Pflanzen durch Beeinflussung bestimmter einzelner Lebensvorgänge zu erklären. *C. Bertrand* hat z. B. in dieser Richtung die Behauptung aufgestellt, daß die Oxydasen manganhaltige Eiweißverbindungen seien, in denen das Manganoxydul die Rolle des Sauerstoffüberträgers spiele. Derart ließe sich die bereits vielfach angenommene Reizwirkung von Manganverbindungen auf höhere wie niedere Pflanzen natürlich ganz gut erklären, wenn man von manchen, die Theorie an sich treffenden Einwänden absieht¹). Allenfalls könnte man noch annehmen, wensschon hier bereits erhebliche Schwierigkeiten auftreten müßten, daß auch noch die übrigen dem Eisen nahestehenden Metalle entsprechend wirken, vielleicht das Mangan teilweise oder nahezu ganz zu vertreten vermögen, und so ihre als typisch angesehenen Reizwirkungen erklären. Wie aber Reizwirkungen von Blei, Quecksilber und gar Uran, von anderen zu schweigen, mit Hilfe der Bertrandschen Annahme erklärt werden sollten, wird niemand sagen können. Will man sich aber dadurch helfen, daß man für jedes Reizmittel oder jede Gruppe von Reizmitteln eine andere, vorteilhafte Beeinflussung des Pflanzenlebens annimmt, so bleibt die mehr als überlassende Schlußfolgerung übrig, daß jedes Pflanzengift, wenn es nur in ausreichend geringer Konzentration auftritt, zwar sehr wechselnde Wirkungen auf die Pflanze ausübt, jedoch immer deren Gesamtentwicklung fördern muß.

Obwohl somit auf dem Gebiet der Reizwirkungen nur noch allzuviel Umstände dunkel erscheinen und scharfe Kritik hier bislang häufiger als erwünscht ist gefehlt haben dürfte, hat man den Schritt von der Feststellung von Reizwirkungen durch geringe Giftmengen, die man öfters bei höheren Pflanzen machen zu müssen glaubte, zur planmäßigen Förderung des Ertrages unserer landwirtschaftlichen Nutzpflanzen auf diesem Wege schnell getan. Allerdings wurde er durch Beobachtungen, die dazu förmlich herausforderten, erleichtert. Es zeigte sich nämlich bei Versuchen, auch den Schwefelkohlenstoff zur Bekämpfung der Reblaus zu benutzen, daß man durch dies Mittel die bekannte „Rebenmüdigkeit“ des Bodens, die zur Unterbrechung des Weinbaues und anderweitiger Verwendung des Landes für eine Reihe von Jahren zwang, beseitigen konnte. Die Weinberge wurden somit, was besonders für wertvolle Lagen eine große Bedeutung besitzt, ohne Brache und langjährige Zwischenkultur alsbald ihrer eigentlichen Bestimmung zurückgegeben. Als Ursache sahen verschiedene Forscher, allerdings wohl nur die geringere Anzahl, eine Reizwirkung des Schwefelkohlenstoffs auf die Pflanzen an, viele andere dagegen den

Einfluß des Mittels auf die Kleinwelt des Bodens, Bakterien, Pilze, Algen, Protozoen und andere niedere Lebewesen¹). Immerhin war die mit der Zeit einsetzende stärkere Verwendung des Schwefelkohlenstoffs beim Weinbau gewiß eine wesentliche Anregung dafür, auch andere Pflanzengifte nun etwa als Reizdüngemittel für unsere Kulturpflanzen heranzuziehen. Daß dabei selbst für den Schwefelkohlenstoff die Gründe seiner Wirksamkeit noch durchaus strittig und sein Einfluß auf andere Kulturpflanzen als dem Wein und einige weitere, seltener angebaute, von einem allgemeingültigen und zwingenden Beweis noch recht entfernt waren²), wurde hierbei offenbar als störend kaum empfunden. Wenn wir den Schwefel einrechnen, so sind derart in dem letzten Jahrzehnt besonders die folgenden Pflanzengifte als Reizdüngemittel für unsere Kulturpflanzen empfohlen worden: Schwefel, Schwefelkohlenstoff, Mangan- und Bleisalze, Kupfersalze und endlich die verschiedenen radioaktiven Erzeugnisse unserer chemischen Industrie.

Es mag lehrreich sein, die damit bislang erzielten Ergebnisse einer kurzen Prüfung zu unterwerfen.

Für den Schwefel hat wohl zuerst *A. Demolon* die Ansicht von einer Reizwirkung bei Anwendung desselben zur Bodendüngung vertreten, und wollte so auch die auffallend günstige Wirkung des in Nordfrankreich vielfach zur Düngung verwendeten Rohammoniaks der Gasanstalten durch dessen hohen Gehalt an freiem Schwefel erklären. Die Reizwirkung sollte sich besonders durch stärkere Entwicklung des Blattgrüns kennzeichnen. Später hat der genannte Forscher sich allerdings mehr der Ansicht angeschlossen, daß Beeinflussung des Kleinlebens im Boden, verbunden mit Aufschließung von Pflanzennährstoffen durch Umwandlungssubstanzen des Schwefels, die Ursache der beobachteten günstigen Wirkungen sei.

Es liegen nicht wenige Versuche und Arbeiten über die günstige Wirkung des Schwefels vor, die freilich vielfach keine entschiedene Stellung zu der Frage einer Reizwirkung im Gegensatz zur Beeinflussung des Bakterienlebens oder der Mineralstoffaufschließung nehmen, oder aber auch der ersten Möglichkeit ablehnend gegenüberstehen³).

¹) Literaturzusammenstellung über die Wirkung des Schwefelkohlenstoffs u. a. bei *B. Heinze*, Zentralblatt für Bakteriologie **71**, 2, 16, 357 (1906); ferner zur Übersicht über die Frage: *Scherpe*, Arbeiten aus der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft **7**, Heft 3 (1909); *A. Koch*, Zentralblatt für Bakteriologie **71**, 2, 31, 175 (1912).

²) *Pfeiffer, Guttmann und Thiel*, Mitteilungen der landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau **5**, 657 (1910) finden z. B. keine wesentliche Wirkung des Schwefelkohlenstoffs bei Hafer und Senf, ebensowenig *J. G. Lipman*, Ann. Rep. New Jersey Agric. College Experiment Station, 1907, 193 u. f.

³) Einige Literaturzusammenstellungen vergleicht man bei *Th. Pfeiffer* und *E. Blanck*, Landwirtschaftliche Versuchsstationen **83**, 359 (1914); *I. Vogel*, Zentralblatt für Bakteriologie **71**, 2, 40, 60 (1914).

¹) Vgl. *Th. Pfeiffer* und *E. Blanck*, Landwirtschaftl. Versuchsstationen **77**, 65 (1912).

Doch gleichviel, die vorteilhafte und immerhin möglicherweise auf Reize zurückzuführende Wirkung des Schwefels für landwirtschaftliche Kulturpflanzen wird von einer ganzen Reihe von Arbeiten verfochten. Aber, und hier lernen wir einen für die ganze Frage der Reizwirkung sehr beachtenswerten Umstand kennen, diese Arbeiten sind entweder nicht mit der für neuzeitliche Versuche unbedingt erforderlichen Kritik durchgeführt¹⁾, oder sie werden von den Forschern selbst als nur vorläufig, als „orientierend“²⁾, und damit weiterer Ergänzung wohl dringend bedürftig bezeichnet. Als von einigen Versuchsanstellern unter sorgfältiger Innehaltung der erforderlichen Sicherungen einer exakten Versuchsdurchführung die Frage der Wirkung des Schwefels auf unsere Kulturpflanzen überhaupt, und damit auch seine Reizwirkung einer eingehenden Prüfung unterzogen wurde, war das Ergebnis: das Ausbleiben jeder erheblichen Wirkung³⁾. Bis uns einwandfreie, ausgedehnte Versuche eines Besseren belehren sollten — und das erscheint zum mindesten als unwahrscheinlich —, werden wir demnach den Schwefel aus der Gruppe der landwirtschaftlichen Reizdüngemittel auszuschneiden haben, und die zumal von amerikanischen Schwefelfirmen ausgiebig betriebene Förderung des Schwefelverbrauchs für Düngezwecke wird als mehr auf betriebsamem Händlergeist, denn auf tatsächlicher Zweckmäßigkeit für unsere Landwirtschaft begründet anzusehen sein.

Für den Schwefelkohlenstoff wurde bereits erwähnt, daß gewisse Erfolge seiner Anwendung nicht zu bezweifeln sind. Nicht nur für die Beseitigung von Mäusen und vielen anderen Schädlingen kann er mit Vorteil benutzt werden, auch für die Bekämpfung der Rebenmüdigkeit. Indessen ist es sehr fraglich, ob hier eine wirkliche Reizwirkung vorliegt. Die wohl überwiegende Anzahl von Forschern, die sich mit dem genannten Mittel beschäftigt haben, nimmt, was auch schon betont werden konnte, Veränderungen des Bakterienlebens an, wenn der Erdboden mit Schwefelkohlenstoff behandelt wird. Gerade einige neue Untersuchungen scheinen darauf hinzuweisen, daß die Salpeterzerstörer durch ihn, wie man das schon früher annahm, stark zurückgedrängt werden⁴⁾. Zudem bieten auch hier wieder die Äußerungen der verschiedenen Forscher selbst, ebenso wie unser eigener Einblick in die Sachlage, uns das Bild einer durchaus noch nicht zu sicherem Abschluß gekommenen, ja zum Teil noch sehr wenig ent-

wickelten Kritik. Derselbe Versuch von Moritz und Scherpe über die Frage einer Reizwirkung des Schwefelkohlenstoffs wird z. B. von einem Fachmanne als „überaus sorgfältig ausgeführt“ und vorläufig entscheidend angesehen¹⁾, während ein anderer in der gleichen Zeitschrift glaubt, daß diese „Zahlen keineswegs zu einer solchen Annahme zwingen“²⁾! Daß auf der Seite der Verfechter einer Reizwirkung des Schwefelkohlenstoffs nicht minder als bei der Gegenpartei gegen die Erfordernisse exakter Versuchstätigkeit gesündigt worden ist, beleuchtet eine andere Abhandlung in ganz lehrreicher Weise³⁾. Dieselbe strebt übrigens danach, noch Gründe gegen das Vorhandensein einer Reizwirkung anzuführen, obwohl man nicht weit zu suchen hat, um wieder einer Arbeit zu begegnen, welche gegen die eben angeführte Ansicht angeht⁴⁾. Während so, bei Voraussetzung einer namhaften Wirkung des Schwefelkohlenstoffs, zum mindesten weitgehende Zweifel bestehen, ob dann wirkliche Reizwirkung vorliegt, finden wir nun aber auch Fälle, in denen jede Wirkung ausblieb. Pfeiffer und seine Mitarbeiter konnten bei Versuchen über die Schwefelkohlenstoffwirkung, die zweifellos sorgfältiger ausgeführt und glaubwürdiger sind als viele andere, keinerlei bedeutende Ertragssteigerung erhalten⁵⁾. Da endlich von den Verteidigern einer Reizwirkung auf die Pflanze Keimungsreize und Reize auf die wachsende Pflanze nicht immer auseinander gehalten werden⁶⁾, obwohl man von der Wirkung der Trocknung auf die Keimung weiß, daß scharfe Unterscheidung in diesen Dingen sehr ratsam sein kann, da ferner nach einer neuesten Anschauung die ganze Wirkung des Schwefelkohlenstoffs nur auf die Abtötung der Bodenprotozoen zurückgeführt wird⁷⁾, so kann, selbst bei der im allgemeinen nicht unglaublich erscheinenden Förderung des Pflanzenwachstums durch Schwefelkohlenstoff, auch nicht annähernd mit Sicherheit vom Vorhandensein einer Reizwirkung gesprochen werden. —

Auch für die Mangansalze, deren auf Wachstumsreize zurückgeführten Einflüssen auf die Pflanze ich mich jetzt zuwende, hat man Beobachtungen angeführt, die wohl mehr auf Beseitigung irgendwelcher Schädigungen im Boden hindeuten⁸⁾ als auf Reize. Doch ist gerade das Gebiet der Reizwirkungen des Mangans und seiner

¹⁾ Vgl. die oben erwähnte Arbeit von Th. Pfeiffer und E. Blanck.

²⁾ Liechti in Chemikerzeitung 877 (1913).

³⁾ W. Thalau, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 82, 184 (1913); Th. Pfeiffer und E. Blanck, a. a. O., und Th. Pfeiffer, W. Simmermacher und M. Spangenberg, Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 65, 193 (1916).

⁴⁾ Th. Bokorny, Zentralblatt für Bakteriologie 37, 251 (1913); Th. Arnd, Landwirtschaftliche Jahrbücher 49, 191 u. folg., bes. 212 (1916).

¹⁾ K. Störmer, Zentralblatt für Bakteriologie Tl. 2, 20, 283/4 (1908).

²⁾ A. Vogel, ebendort 13, 574 (1904).

³⁾ B. Heinze, Zentralblatt für Bakteriologie Tl. 2, 18, 632/33 (1907).

⁴⁾ Egorow, Journal für experimentelle Landwirtschaft 9, Heft 1 (1908).

⁵⁾ Mitteilungen d. landw. Institute d. Univ. Breslau 5, 657 u. f. (1910).

⁶⁾ A. Koch, Zentralblatt für Bakteriologie Tl. 2, 31, 176 (1912).

⁷⁾ A. D. Hall, zit. bei R. Emmerich, W. Graf zu Leiningen und O. Loew, Zentralblatt für Bakteriologie Tl. 2, 31, 471 (1912).

⁸⁾ Dieselben, ebenda, 466.

Salze wohl bislang am eingehendsten geprüft worden. Es sind dabei wirklich weitgehende Behauptungen ausgesprochen worden; so soll bereits 1 mg Mangansalz auf 10 000 l eine Reizwirkung zeitigen! Der Ertrag soll um 5, um 10 bis 20, ja um 40 % gesteigert worden sein; was Wunder, daß schon vor mehreren Jahren der heimischen Landwirtschaft „katalytische“ und „Reizdünger“ angeboten wurden, die auf Grund ihres Mangan-gehaltes nun auch im freien Feld die Ernten derart steigern sollten¹⁾. Besonders französische und japanische, aber auch italienische und deutsche Forscher sind lebhaft für die ihrer Ansicht nach erheblichen Reizwirkungen eingetreten, welche von Mangansalzen auf unsere landwirtschaftlichen Nutzpflanzen ausgeübt werden könnten. Und es ist nicht zu leugnen, daß es recht schön sein würde, wenn solche Anschauungen wirklich in weitem Umfange begründet wären. Auch nur eine Hebung der Ernten unserer Nutzpflanzen um den zehnten Teil würde bereits von großer Bedeutung sein, zumal sie als eigentliche Reizwirkung ja bereits mit recht geringen Mengen von Manganverbindungen, also auch mit ziemlich geringen Kosten müßte gewonnen werden können.

Leider hat auch hier die Wirklichkeit den Erwartungen bislang nicht ausreichend entsprochen. Zunächst sind die Erfahrungen, welche praktische Landwirte mit Mangandüngemitteln gemacht haben, vielfach nicht dazu angetan, große Hoffnungen zu erwecken. Aber auch bei gewissenhaften, exakten Prüfungen durch berufene Forscher sind die Erfolge zum mindesten auch reichlich mit Mißerfolgen gepaart gewesen. Und berücksichtigt man die vorhandenen Versuche, das bisher ziemlich reichlich vorliegende Material nicht nur aufzuzählen²⁾, sondern auch kritisch zu verarbeiten und zu beherrschen³⁾, so wird der Zweifel eher verstärkt als gemindert. Um nach Möglichkeit weitere Klarheit anzubahnen, hat der Schreiber dieser Zeilen längere Zeit hindurch selbst die Wirkung von Mangandüngergaben, ohne Rücksicht darauf, ob sie nun eine Reizwirkung darstellt oder etwas anderes, zu ermitteln gesucht. Dabei ergab sich⁴⁾, daß die im ganzen heranzuziehenden fünfjährigen Versuche nicht selten eine geringe Wirkung der Manganverbindungen auf dem Wege

des sogenannten Basenaustausches möglich erscheinen ließen. Sonst aber war von einem deutlich hervortretenden Einfluß günstiger Art nicht zu reden. Das gleiche Ergebnis zeitigte auch die letzte über Manganwirkungen veröffentlichte Arbeit¹⁾. Und eine Prüfung des neueren in der Literatur zu findenden Versuchsmaterials auf seine Brauchbarkeit ergab vielfach nicht besonders erfreuliche Ergebnisse; auch fanden sich, selbst bei einwandfrei durchgeführten Versuchen, un-aufgeklärte Widersprüche. Trotzdem schien andererseits gelegentlich doch die Möglichkeit einer innerhalb ziemlich enger Grenzen verlaufenden günstigen Wirkung des Mangans nicht völlig ausgeschlossen zu sein, und der objektiv urteilende Forscher muß natürlich ebenso auf der Hut sein, sich einer vielvertretenen Anschauung ohne ausreichende Gründe anzuschließen, wie vor lauter Zweifel die Tatsachen zu übersehen, die doch eine gewisse Bedeutung beanspruchen dürfen. So wird man nur die allerdings wohl begründete Ansicht aussprechen dürfen, daß zurzeit ein deutlicher Beweis für die günstigen Wirkungen des Mangans auf das Wachstum unserer Nutzpflanzen noch nicht in genügendem Maße erbracht ist, und daß zwar die Möglichkeit vorliegt, daß er einmal gelingen wird, aber keineswegs die Gewißheit oder auch nur die Wahrscheinlichkeit. Daß andererseits doch gar nicht ganz geringe Mengen von Mangansalzen Verwendung finden müssen, wenn ein für die praktische Landwirtschaft in Betracht kom-mendes Ergebnis in Aussicht stehen soll, scheint bereits jetzt ziemlich sicher vorausszusehen zu sein; damit verschwindet aber die Hoffnung, durch manganhaltigen Reizdünger für unseren Ackerbau wirtschaftliche Erfolge zu erzielen, in nicht ganz geringem Umfang. — Der Weltkrieg hat es mit sich gebracht, daß größere Mengen von Mangansalzen zu niedrigen Preisen augenblicklich nicht zu erhalten sind. Was lag für die Handelskreise, welche unserer heimischen Landwirtschaft im Frieden Manganreizdüngemittel angeboten hatten, näher, als ihre Tätigkeit auf ein verwandtes Gebiet zu verlegen? So finden wir in diesem Jahr Bleinitrat als Reizdünger für unsere bekanntlich zum Teil durch Düngerknappheit gehemmte Landwirtschaft angeboten. Auch hier liegen einige, aber nur sehr spärliche, ältere Beobachtungen vor, die sich wesentlich nur mit der Giftwirkung des Bleies für höhere Pflanzen beschäftigen, von besonderen Wachstumsreizen aber nichts Erhebliches bringen²⁾. Nur aus neuerer Zeit ist einiges Material in dieser Hinsicht vorhanden, aber nicht derart, daß man nun auch nur so wie beim Mangan davon reden dürfte, ein Beweis für günstige Wirkungen könne möglicherweise in einiger Zukunft erbracht werden. Vielmehr gibt kritische Prüfung der vorliegenden

¹⁾ Flugschriften der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 7, M. Hoffmann, *Düngerfibel*, 99 (1915).

²⁾ So z. B. F. Czapek, *Biochemie der Pflanzen*, 2. Auflage, 183 (1913); H. Vageler, *Landwirtschaftliche Versuchsstationen* 88, 160 u. f. (1916).

³⁾ A. Mayer, *Agrikulturchemie* 1, 304, auch Anmerkung (1905); weiter besonders Th. Pfeiffer und E. Blanck, *Landwirtschaftliche Versuchsstationen* 77, 33 (1912); dieselben, ebenda 83, 257 (1914). Kleine Ausführungen auch bei P. Ehrenberg, *Chemiker-Zeitung*, Sonderabdruck der Nr. 90, 97/98, 99, 102/3 (1914); Nr. 72 u. 75 (1915).

⁴⁾ *Journal für Landwirtschaft* 64, 37 (1916). Auch G. Masoni und seine Mitarbeiter, *Stazioni sperimentali agrarie ital.* 44, 85 (1911), finden keine günstige Wirkung des Mangans auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen, ebensowenig F. Mach, *Ber. Vers.-Anst. Augustenberg*, 69 (1911).

¹⁾ H. Vageler, *Landwirtschaftliche Versuchsstationen* 88, 231 (1916).

²⁾ F. Czapek, *Biochemie der Pflanzen*, 1. Auflage, 2, 746, 858, 912 (1905); in der 2. Auflage 188 (1913).

Arbeiten, wie so häufig auf dem Gebiet der Reizwirkungen, kein sehr überzeugendes Ergebnis¹⁾. Da weiter neueste Versuche nach Ansicht ihres Bearbeiters die Wirkungslosigkeit der Bleisalpeterdüngung nicht verkennen lassen, so bleibt der Beweis für die Tatsache einer durch Bleisalze hervorgerufenen Reizwirkung und noch viel mehr für eine nützliche Verwendung derartiger Salze als landwirtschaftlicher Reizdünger noch in jeder Weise zu erbringen. Vor der Verwendung von Bleinitrat als Reizdünger für landwirtschaftliche Zwecke ist daher mit Recht gewarnt worden.

Wenden wir uns den Kupfersalzen zu, so galt deren Reizwirkung aus Anlaß der Verwendung von Bordeauxbrühen und ähnlichen Mitteln der Schädlingsbekämpfung längere Zeit als zweifellos²⁾. Sorgfältige neuere Arbeiten haben indessen auch hier die unbedingte Sicherheit solcher Ansichten weitgehend erschüttert³⁾, so daß vielfach die Sachlage eine ähnliche geworden ist wie bei den bereits besprochenen, als Reizdüngemittel für die Pflanzen unserer Äcker in Betracht gezogenen Stoffen. Von einer wirklichen, sichere Kenntnis bringenden Klärung der Sachlage sind wir jedenfalls auch hier noch weit entfernt. Doch darf eine aus der landwirtschaftlichen Praxis stammende Beobachtung nicht außer acht gelassen werden, die, obwohl noch unsicher und dunkel, doch immerhin die Möglichkeit einer besonderen Wirkung von Kupfersalzen auf Moorboden offen läßt: Der bekannte Schöpfer der Moordamkkulturen in Cunrau, *Rimpau*, soll durch Zufall beobachtet haben, daß auf mit Bordeauxbrühe behandelte Kartoffeln folgende Pferdebohnen wesentlich bessere Ernten auf Niedermoor ergaben. Es wurde dann weiterhin versuchsweise Kupfersulfat zu Pferdebohnen auf Niedermoorboden verabfolgt, und man ist jetzt damit so weit gelangt, daß ein guter, wissenschaftlich geschulter Beobachter wie *W. Freckmann* auf der von ihm geleiteten Moorversuchswirtschaft Neuhammerstein gemahlenes Kupfersulfat zu Pferdebohnen regelmäßig in Mengen von 30 kg auf den Hektar gibt, da diese Düngung vor der Bestellung sich als ertragssteigernde Maßnahme auf Niedermoor gut bewährt hat⁴⁾. Natürlich ist hiermit noch keinerlei Gewißheit gegeben, denn exakte Versuche fehlen zunächst leider noch durchaus. Und dann taucht die Frage auf, ob es sich nun um eine Reizwirkung handelt oder um Beein-

flussung des Moorbodens¹⁾ oder seiner Kleinlebewesen. Gegen das Vorhandensein einer Reizwirkung bei Kupfersalzen überhaupt sprechen noch neuere Untersuchungen von *Brenchley*²⁾, der, ähnlich wie *Schander*³⁾, in Wasserkulturen bei allen möglichen Verdünnungen bis herab zu 1 : 1 000 000 kein Anzeichen gesteigerter Pflanzenentwicklung zu erzielen vermochte, sondern stets nur die Giftwirkung hervortreten sah. Auch Gefäßversuche von *J. Russell* und *F. V. Darbishire* führten zu den gleichen Schlüssen⁴⁾. Reizwirkungen des Kupfers auf salpeterzerstörende Bakterien bei geringeren Konzentrationen glaubt zwar *Th. Arnd* wahrgenommen zu haben⁵⁾, doch ist sein Beweismaterial aus hier nicht weiter auszuführenden Gründen nicht gerade sicher; zudem müßte man ja zur Erklärung günstiger Kupferwirkungen auf Moorboden eine Förderung nicht der schädlichen Salpeterzerstörer, sondern im Gegenteil der den Pflanzen vorteilhaften Kleinlebewesen, z. B. der Salpeterbildner, voraussetzen. Außerdem würde eine günstige Wirkung auf die Kleinwelt des Bodens ja eigentlich eine Reizwirkung auf die Pferdebohne ziemlich ausschließen oder jedenfalls nicht gerade noch dazu wahrscheinlich machen. So finden wir also auch hier, wo allein neben dem Gebiete des Schwefelkohlenstoffs wenigstens gewisse Erfolge bei der Anwendung des Kupfers als „Reizdünger“ in der landwirtschaftlichen Praxis vorhanden zu sein scheinen, noch der Unsicherheit genug und übergenug. Auch neueste Untersuchungen haben eine Wirkung der Verabfolgung von Kupfersalz weder in Wasserkultur noch in Gefäßen nachweisen können. Die als Ausnahme erwähnte günstige Wirkung des Kupfersulfats bei Lupinen, die in diesem Fall beobachtet wurde, ist aus besonderen Gründen (weitaus zu hohe Grunddüngung mit kohlsaurem Kalk) zum mindesten recht zweifelhaft⁶⁾. Immerhin mag man, da auch *Randa* bei Leguminosen (Erbsen und Wicken) Reizwirkungen des Kupfers beobachtet haben will⁷⁾, wenn auch nur bei Gefäßversuchen und nicht in Wasserkultur, im Hinblick auf die oben angeführten Beobachtungen aus der landwirtschaftlichen Praxis die Möglichkeit einer Reizwirkung des Kupfers bei Leguminosen als noch nicht völlig ausgeschlossen ansehen. Von einem Beweise ist aber bislang natürlich noch nicht annähernd zu reden.

Es erübrigt sich hiernach, nur noch die Frage einer Verwendung von radioaktiven Stoffen als Reizdüngemittel zu behandeln. Es liegt nahe, daß

¹⁾ Vgl. *P. Ehrenberg*, Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung Nr. 6 (1916).

²⁾ Vgl. besonders *F. Czapek*, Biochemie der Pflanzen, 2. Auflage, 1, 184 u. f. (1913); *H. Vageler*, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 88, 188—195 (1916).

³⁾ Man vergleiche besonders die Auseinandersetzungen von *R. Ewert*, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft 23, 480 (1905); ebenda 24, 199 (1906); *R. Aderhold*, ebenda, 112. Auch *A. Amos*, Journal Agricultural Science 2, 257 (1907) sei dazu erwähnt; ferner besonders *R. Schander*, Landwirtschaftliche Jahrbücher 33, 517 (1904).

⁴⁾ Landwirtschaftliche Jahrbücher 46, 306 (1914).

¹⁾ Vgl. dazu auch *P. Ehrenberg*, Die Bodenkolloide 377/8 (Dresden und Leipzig, 1915).

²⁾ Ann. of Botany 24, 571 (1910).

³⁾ a. a. O.

⁴⁾ Journal Agricultural Science 2, 305 (1907).

⁵⁾ Landwirtschaftliche Jahrbücher 40, 202 u. folg. (1916).

⁶⁾ *H. Vageler*, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 88, 212—13, 215—17, 230 (1916).

⁷⁾ Zit. nach Biedermanns Zentralblatt für Agrikulturchemie 35, 211 (1906).

auf einem so neuen Gebiete die Erfahrungen noch nicht besonders umfangreich und deshalb auch wohl nicht übermäßig gesichert sein können. Immerhin findet sich schon bei *F. Czapek*¹⁾ die Ansicht, daß „nach den Erfahrungen von *Molisch* sich die Ruheperiode der Holzpflanzen durch Radiumbestrahlung abkürzen läßt, so daß auch stimulierende Wirkungen durch Radium zu erwarten sind“. Eine meiner natürlich nur subjektiven Ansicht nach irrige Anschauung, da Reizwirkung in Gestalt einer Wachstumsförderung über das sonst in Betracht kommende Maß hinaus etwas ganz anderes ist als die Abkürzung einer Ruheperiode durch Reiz. Man kann z. B., worauf ich bereits weiter oben anspielte, durch angemessenes künstliches Trocknen die Keimfähigkeit frisch geernteten Getreides, die sehr häufig noch gering sein kann, wesentlich erhöhen. Überläßt man aber das Getreide längere Zeit unter Bedingungen, die ihm keinen Schaden bringen, sich selbst, so tritt diese Erhöhung der Keimfähigkeit ohnehin von selbst ein. Das Trocknen bewirkt somit auch hier die Abkürzung einer Art Ruhezeit, und in der Mälzerei wird für die Beurteilung der Gerste davon längst Gebrauch gemacht. Daß aber eine solche Trocknung zu einer späteren Wachstumsförderung führte oder in ihrer Wirkung auch nur mit ihr irgendwie etwas gemeinsam habe, ist meines Wissens nach nie angenommen worden. Man sieht, wie eine scharfe Trennung der zum Teil sehr wesentliche Verschiedenheiten bietenden Erscheinungen, die man unter dem etwas unklaren Sammelbegriff „Reizwirkungen“ zusammenfaßt, recht nützlich wirken dürfte.

Um aber wieder auf etwaige Reizwirkungen durch Strahlung zurückzukommen, so hat man zunächst durch Röntgenbestrahlung zum Teil recht günstige Ergebnisse erhalten wollen, doch konnten diese von anderen Forschern nicht in erwünschter Weise bestätigt werden. Eine zusammenfassende Besprechung des bislang vorhandenen geringen Beobachtungsmaterials scheint uns in einer neuen Arbeit vorzuliegen, die noch dazu den Vorzug hat, eigenes, exaktes Versuchsmaterial beizubringen²⁾. Hiernach ist ein irgendwie merklicher Erfolg nicht vorhanden, und gegen die günstigen Ergebnisse anderer Versuchsansteller bleibt mancherlei einzuwenden.

Was radioaktive Stoffe anbetrifft, so ist man in Frankreich offenbar mit derartigen Versuchen recht glücklich gewesen: die Mehrerträge beliefen sich auf 30 % und mehr, und man hat denn auch nicht gezögert, ein „Radioaktin“ für den Gebrauch in Land- und Gartenwirtschaft in den Handel zu bringen und zur Förderung des Absatzes sogar eine besondere Zeitung gegründet. Freilich sind durchaus nicht alle Versuche mit derartigen Düngemitteln von Erfolg begleitet ge-

wesen, und bei kritischer Durchmusterung der vorliegenden Literatur¹⁾ würde das endgültige Bild wohl nur zu sehr dem uns von anderen Reizdüngemitteln her bekannten gleichen. Ist es doch gewiß recht beachtenswert, daß man auch bei wissenschaftlichen Vertretern der Ansicht von erheblichen Reizwirkungen radioaktiver Stoffe bereits gelegentlich einer gewissen Einschränkung allzu hoch gespannter Erwartungen begegnet. Der praktische Landwirt aber hat noch weit mehr Ursache, sich gegenüber radioaktiven Reizdüngemitteln, welche der Handel ihm etwa anbietet, zweifelnd zu verhalten. Konnte doch festgestellt werden, daß in Österreich verkaufter radioaktiver Dünger nur eine ebenso geringe Aktivität besaß wie gewöhnlicher Erdboden, daß er demnach selbst dann als unwirksam hätte angesehen werden müssen, wenn der günstige Einfluß radioaktiver Reizdüngemittel auf die Ernten über allen Zweifel erhaben wäre. Das ist er aber nicht, denn es liegen auch Versuche vor, die eine völlige Ergebnislosigkeit der Düngung mit „Radioaktin“ ergaben. Die letzte Arbeit, welche sich mit der vorliegenden Frage beschäftigt, bringt auch wieder schwankende Ergebnisse. *B. Schulze* stellte zwar seiner Ansicht nach Erhöhungen einer Haferernte bis auf 17,8 % fest, dagegen war die Förderung bei weißem Senf auch nach seinen Erfahrungen schon erheblich geringer, und für eine Versuchsreihe mit Erbsen gesteht er selbst die großen Schwankungen in den Erträgen²⁾ zu. Bei kritischer Prüfung seiner Zahlen und Angaben würde, wie hier nicht im einzelnen durchgeführt werden kann, ebenso wie bei den Versuchen des gleichen Forschers über Reizwirkung von Mangan, noch mancher Zweifel auftauchen. Immerhin soll nicht geleugnet werden, daß hier, ebenso wie bei der Anwendung des Mangans als Reizdüngemittel, zurzeit noch die Möglichkeit besteht, daß wir durch weitere Untersuchungen tatsächlich zu der Überzeugung kommen, gewisse Reizwirkungen auf den gesamten Ertrag seien möglich. Von einem allgemeingültigen Beweise indessen sind wir auch auf diesem Gebiet zurzeit noch recht weit entfernt. Auch ich hoffe, in einigen Monaten zur Frage der Wirkung radioaktiver Stoffe auf das Pflanzenwachstum aus eigenen Untersuchungen beitragen zu können. Leider ist durch mit dem Kriege zusammenhängende Arbeitsüberlastung es mir noch nicht möglich gewesen, nahezu fertig vorliegendes Material bis zum Abschluß zu fördern. Doch scheint eine stärkere Wirkung radioaktiver Einflüsse auf Zuckerrüben, soweit man bislang einen Überblick gewinnen kann, jedenfalls nicht einzutreten.

Damit darf ich eine Besprechung der Reizdüngemittel und ihrer Bedeutung als abgeschlossen

¹⁾ *F. Czapek*, Biochemie der Pflanzen, 2. Auflage, 1, 189 (1913).

²⁾ *Th. Pfeiffer* und *W. Simmermacher*, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 86, 35 (1915).

¹⁾ Aufgezählt findet sich dieselbe bei *B. Schulze*, Landwirtschaftliche Versuchsstationen 87, 11 u. folg. (1915).

²⁾ Landwirtschaftliche Versuchsstationen 87, 11 (1915).

ansehen. Fast auf jedem einzelnen Teile dieses Gebiets zeigt sich uns das gleiche Bild: Zuerst Untersuchungen mit allzu wenig Kritik und Vorsicht, als Erfolg derselben übergroße Hoffungslosigkeit, die Möglichkeiten bereits als gesicherte Tatsachen ansieht und im Anschluß daran praktische Folgerungen ziehen will. Dann Einsetzen schärferer Prüfung der Sachlage, und für den objektiven Blick zum mindesten das Gewinnen der Erkenntnis, daß bis zur Klarheit, zum Gewinne eines Beweises für das Vorhandensein merkbar günstiger Reizwirkungen gewiß noch ein recht weiter Weg ist, falls es überhaupt gelingen wird, den Beweis zu erbringen. Was praktische Folgerungen anbetrifft, so kann zurzeit nur eine gezogen werden: die landwirtschaftliche Praxis hat Anregungen aus Kreisen des Düngemittelhandels. „Reizdüngemittel“ zu kaufen und zu verwenden, zunächst voraussichtlich noch manches Jahr hindurch auf das schärfste abzulehnen.

Besprechungen.

Pfeffer, W., Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. Abh. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften Bd. 34, Nr. 1. Leipzig, B. G. Teubner, 1915. Gr. 8°. VI, 154 S. und 36 Figuren. Preis M. 6,—.

Im 37. Heft des 3. Jahrgangs der „Naturwissenschaften“ (10. September 1915) habe ich die Ergebnisse der neueren Forschungen über die Entstehung des Öffnens und Schließens der Blüten und der Schlafbewegungen der Laubblätter kurz zusammengefaßt. Es ist dort auf die grundlegenden Untersuchungen *Pfeffers* eingehend Bezug genommen. Die vorliegende Arbeit bereichert unsere Kenntnisse durch verschiedene wichtige und interessante Ergebnisse. Im Vordergrund steht wiederum die Frage, ob die Schlafbewegungen (die periodisch im Tageswechsel erfolgenden Lageänderungen) der Blätter die ausschließliche Folge der rhythmischen Veränderungen der Außenwelt (Wechsel von Licht und Dunkelheit, Temperaturschwankungen) sind oder ob es auch eine autonome, bei konstanten Außenbedingungen vor sich gehende Rhythmik gibt, die vielleicht durch den täglichen Licht- und Temperaturwechsel nur reguliert wird. Für die Bohne (*Phaseolus vulgaris*) hatte *Pfeffer* schon 1911 gezeigt, daß Blätter, deren am Übergang vom Blattstiel zur Blattspreite befindliche Gelenke verdunkelt sind, in 12:12-stündigem Rhythmus Schlafbewegungen ausführen, wenn die Pflanze dauernd mit Licht von konstanter Stärke beleuchtet wird, und auch die übrigen Außenbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit) konstant gehalten werden. Blätter, deren Gelenke *nicht* verdunkelt sind, und die vorher — etwa unter dem Einfluß des täglichen Wechsels von Licht und Dunkelheit — sich im 12:12-stündigen Rhythmus bewegt haben, stellen die Schlafbewegungen im Dauerlicht, wie bekannt, allmählich ein. Die Schwingungen werden schwächer und schwächer und klingen schließlich völlig aus; allerdings kommen die Blätter dann nicht zur Ruhe, sondern oszillieren in kurzen Perioden hin und her, eine Bewegungstätigkeit, die aber mit den in 24-stündiger Periode (12:12-stündigem Rhythmus) erfolgenden Schlafbewegungen direkt nichts zu tun hat. Aus den erwähnten Versuchen mit ver-

dunkeltem Gelenk geht nun hervor, daß zum Zustandekommen der in 24-stündiger Periode verlaufenden Schlafbewegungen rhythmischer Wechsel von Licht und Dunkelheit ebensowenig nötig ist wie etwa periodische Temperaturschwankungen. Sie verlaufen also — sofern nicht ein bisher der Beobachtung entgangener, rhythmisch sich ändernder Außenfaktor als Ursache in Frage kommt — unter konstanten Außenbedingungen, und wir dürfen sie daher als autonome, durch die selbstregulatorische Tätigkeit der Pflanze zustande gekommene, ansehen. Gestützt wird dieses Ergebnis durch Versuche von *R. Stoppel*, der bei Pflanzen, die vom Samen aus in völliger Dunkelheit und bei konstanter Temperatur gezogen worden waren, ebenfalls typische Schlafbewegungen beobachtete. Pflanzen, die im Licht aufgewachsen, also ergrünt waren, eignen sich für Dunkelversuche nicht, da sie im Dunkeln schnell in einen Starrezustand (Dunkelstarre) verfallen, der ihre Bewegungstätigkeit hemmt.

Wir ersehen aus diesen Ergebnissen, daß dauernde Beleuchtung die in 24-stündiger Periode verlaufenden Bewegungen unterdrückt, wenn sie die Blattgelenke trifft, es erfährt also die Reizstimmung der Blattgelenke dadurch eine Änderung, infolge deren nur noch die kurzrhythmischen autonomen Oszillationen zustande kommen können. Wenn somit der Verfasser zu dem Schlusse gelangt, daß bei *Phaseolus*blättern das Vorhandensein autonomer, mit 24-stündiger Periode verlaufender Bewegungen anzunehmen ist, so ist daraus jedoch nicht zu folgern, daß die unter natürlichen Bedingungen im Tag-Nacht-Wechsel beobachtete Bewegungstätigkeit ebenfalls nichts anderes als der autonome Rhythmus sei, der nur durch die wechselnden Außenbedingungen zeitlich reguliert werde. Vielmehr spricht vieles dafür, daß unter diesen Umständen die autonome Tätigkeit stark zurücktritt und sich ein aitiogener (durch die Außenbedingungen induzierter) Rhythmus geltend macht. Der Einfluß der Außenbedingungen zeigt sich z. B. deutlich in der Tatsache, daß die Blätter sich leicht einem 18:18-stündigen Lichtwechsel in ihren Bewegungen anpassen, auch dann, wenn allein die Spreite diesem Einfluß ausgesetzt, das Gelenk verdunkelt ist. Es ist die Annahme unumgänglich, daß eine Reizübertragung von der Spreite zum Gelenk stattfindet. Umgekehrt ist das Gelenk auch direkt für photische Reize empfänglich, was durch Versuche mit verdunkelter Blattspreite bewiesen wird. Auch darin, daß bei verschieden starker Beleuchtung die Schlafbewegungen verschieden stark ausfallen, dokumentiert sich die Abhängigkeit von den Außenbedingungen.

So wie *Phaseolus*blätter, die in ihrem Verhalten weitgehend mit den von *R. Stoppel* untersuchten *Calendulablättern* übereinstimmen, verhalten sich aber keineswegs alle zu Schlafbewegungen befähigten Blätter und Blüten. Bei den übrigen untersuchten Objekten ließen sich für das Vorhandensein eines autonomen 12:12-stündigen Rhythmus keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen. Für die namentlich für thermische Reize empfindlichen Tulpenblüten zeigt *Pfeffer*, daß sie bei Kultur in konstanter Temperatur keinerlei tagesperiodische Bewegungen aufweisen, wenn sie in völliger Dunkelheit oder in konstantem Licht gehalten werden. Temperaturschwankungen, gleichgültig, ob sie in langem oder kurzem Rhythmus erfolgen, rufen dagegen sofort Öffnungs- und Schließbewegungen hervor. — Die sehr lichtempfindlichen Blätter von *Albizia* reagieren auf 6:6-, 3:3- und 2:2-stündigen Beleuchtungswechsel sehr deutlich, auch wenn das Licht sehr schwach ist. Die Intensität der Blatt-

bewegungen nimmt mit der Lichtintensität zu. Bei dem kurzrhythmischen Beleuchtungswechsel kommt eine tagesperiodische Blattbewegung auch andeutungsweise nicht zum Ausdruck. Im konstanten Licht und in konstanter Dunkelheit klingen die vorher induzierten periodischen Bewegungen aus, im letzteren Falle noch vor Eintritt der Dunkelstarre. Aus alledem ergeben sich keine Anhaltspunkte, die zur Annahme einer autonomen Rhythmik zwingen. Auf Grund andersartiger Versuche hat *Semon* freilich auf eine solche geschlossen. Wie dessen Resultate mit denen *Pfeffers* in Einklang zu bringen sind, läßt sich zurzeit noch nicht beurteilen.

Eigenartig ist das Verhalten der Blätter von *Flemingia congesta*. Sie verhalten sich in mancher Beziehung denen von *Phaseolus* ähnlich, führen z. B. schöne Schlafbewegungen aus, wenn das Gelenk verdunkelt, die Lamina aber dem täglichen Lichtwechsel ausgesetzt wird. Auch passen sie sich einem 6:6-stündigen Beleuchtungswechsel an, wobei zu beobachten ist, daß die Ausschläge während der beleuchteten Perioden abwechselnd stärker oder schwächer ausfallen. Hier tritt also neben dem 6-stündigen ein 12-stündiger Rhythmus zutage, obwohl *Flemingiablätter* mit verdunkeltem Gelenk und dauernd beleuchteter Lamina im Gegensatz zu *Phaseolus* keine tagesperiodischen Bewegungen ausführen. Es dürfte verfrüht sein, ein bestimmtes Urteil darüber abzugeben, ob bei *Flemingia* autonome, in 24-stündiger Periode verlaufende Bewegungen vorkommen oder nicht. Gegenüber den photonastischen Reaktionen spielen sie jedenfalls keine ins Gewicht fallende Rolle.

Von interessanten Einzelergebnissen sei aus der Arbeit noch die Tatsache hervorgehoben, daß das Eintreten der Dunkelstarre bei verdunkelten Blättern von *Phaseolus* erheblich hinausgeschoben werden kann, wenn das gegenüberliegende Blatt beleuchtet wird. Eine Übertragung des photonastischen Reizes von einem Blatt auf das andere findet dagegen nicht statt.

H. Kniep, Würzburg.

Brehm, Alfred, Die Lurche und Kriechtiere. Neubearbeitet von *Franz Werner*. 2 Bände (1. Bd. XVI, 572 S., 127 Abb. i. Text, 14 farb. und 11 schwarz. Tafeln, sowie 12 Doppeltafeln n. Photogr.; 2. Bd. XVI, 598 S., 115 Abb. i. Text, 19 farb. und 18 schwarz. Tafeln, 28 Doppeltafeln n. Photogr. und 2 Kartenbeilagen). 8°. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1913. Jeder Band geb. M. 12,—. (Aus: *Brehms Tierleben*. 4., vollst. neubearb. Aufl., herausg. von *O. zur Strassen*. IV. und V. Band des Gesamtwerkes.)

Die im Erscheinen begriffene, von *O. zur Strassen* besorgte und auf 13 (gegen früher 10) Bände erweiterte vierte, vollständig neubearbeitete Auflage von *Brehms Tierleben* hat ein völlig neues Werk über die Lurche und Kriechtiere gebracht, das nicht nur für den weiten Leserkreis des „*Brehm*“ eine ausgezeichnete Gabe bedeutet, sondern auch das volle Interesse der zoologischen Fachwelt in Anspruch nehmen darf. War dieser, im Rahmen von *Brehms Tierleben* bisher auf einen Band beschränkte Teil schon in seiner früheren Bearbeitung durch *O. Boettger* ein vortreffliches Buch, so erweist sich die nunmehr von *Franz Werner* verfaßte und auf zwei stattliche Bände erweiterte Darstellung des Gegenstandes geradezu als eine Monographie desselben. Diese ist um so freudiger zu begrüßen, als der Autor — auf dem behandelten Gebiete eine erste Autorität — sich nicht nur als ein gründ-

licher Kenner und zuverlässiger Führer, sondern auch als ein gewandter und lebenswarmer Schilderer zeigt, dem sein Thema, wenngleich in erster Linie Objekt wissenschaftlicher Forschung, zugleich doch auch ein Quell liebevoller Vertiefung in das Leben und Treiben dieser in weiten Kreisen noch vielfach infolge törichter Vorurteile ohne Wahl verfolgten Tiere ist.

Der Umfang des vorliegenden Werkes ist, wie schon erwähnt, ungefähr doppelt so groß wie der der *Boettgerschen* Bearbeitung vom Jahre 1898. Diese ungewöhnliche Erweiterung ist die unvermeidbare Folge „der enormen Vermehrung unserer Kenntnisse“ auf den in Betracht kommenden Gebieten während der letzten 2 Dezzennien. Mit dem Anwachsen des Textes von 825 auf 1170 Seiten mußte auch die illustrative Ausstattung des Werkes entsprechend erweitert werden, und es ist in dieser Richtung hervorzuheben, daß dieselbe mit besonderer Sorgfalt und in außerordentlich umfassendem Maße durchgeführt worden ist. So ist die Zahl der Textfiguren von 167 auf 240 gestiegen, die Zahl der schwarzen und farbigen Tafeln von 16 auf 62, zu welchen noch 40 Doppeltafeln nach Photographien neu hinzugefügt wurden. Die *Wernersche* Neubearbeitung enthält auch statt der früheren einzigen jetzt 2 Kartenbeilagen. Diese Vermehrung des illustrativen Schmuckes kommt in dankenswerter Weise vornehmlich der bildlichen Wiedergabe europäischer Formen, besonders derjenigen der deutschen Fauna, zutage, welche letztere in ihren Artvertretern erschöpfend Aufnahme gefunden haben. Alle diese Äußerlichkeiten lassen schon erkennen, daß hier gründliche Arbeit geleistet worden ist, um dem heutigen Stande unseres Wissens gerecht zu werden, ein Ziel, das, wie gleich betont sei, auch durchaus erreicht worden ist.

Die Darstellung ist, wie bereits eingangs bemerkt wurde, formal wie inhaltlich vortrefflich gelungen. Überall empfindet der Leser, daß der Verfasser in dem von ihm behandelten Gebiete durchaus zu Hause ist; besonders zeigen die beiden allgemeinen Abschnitte, die einleitend Bau und Leben der Gesamtheit, einerseits der Lurche, andererseits der Kriechtiere, schildern (Bd. I, S. 1—32 und S. 331—357), den Meister des Faches, dem die ganze bunte Formenwelt, die auch diesen Tierstämmen eigen ist, sozusagen jeden Augenblick lebendig vor Augen steht. Dabei darf dem Verfasser das Zeugnis ausgestellt werden, daß, trotzdem — wie er selbst sagt — kaum mehr die Hälfte des alten „*Brehm*“ übrig geblieben ist, der Charakter desselben treu von ihm bewahrt worden ist.

Der Stoff erscheint in der Weise geordnet, daß der erste Band die gesamten Amphibien und von den Reptilien die Brückenechsen (*Sphenodon* [*Hatteria*]), Schildkröten und Panzerechsen (*Krokodile*) umfaßt, während der zweite Band den formenreichen Schuppenkriechtieren (*Eidechsen*, *Chamäleons* und *Schlangen*) gewidmet ist. Wie der ganze Tenor des Werkes trotz der allgemein verständlichen Sprache desselben ein durchaus wissenschaftlicher ist, so erweist sich auch die systematische Anordnung der einschlägigen Tierwelt dem heutigen Stande unseres Wissens entsprechend umgestaltet und verbessert.

Die *Amphibien* werden in drei Ordnungen abgehandelt. Die erste umfaßt die *Blindwühlen* (*Apoda*) mit der einzigen Familie der *Coeciliidae*, die den äquatorialen Gebieten Afrikas, Asiens und Amerikas angehören, wobei das letztgenannte Territorium die eigentliche Heimat dieser formenarmen, aber interessanten Tiergruppe darstellt, die zweite die *Schwanzlurche* (*Caudata*) mit den vier Familien der ebenfalls

ausschließlich exotischen und nur wenige Formen umfassenden *Fischmolche* (Amphiumidae), der *Molche* (Salamandrinae), die in drei Unterfamilien, Querschnmolche (Amblystomatinae), lungenlose Molche (Plethodontinae) und echte Molche (Salamandrinae) zerfallen, die letztgenannten vor allem unsere einheimischen Tritonen (Molche) und Salamander (Salamandra) in sich schließend, der *Olme* (Proteidae), allgemein bekannt durch den besonders in Krain verbreiteten seltsamen Grottenolm (*Proteus anguinus* Laur.) und der *Armmolche* (Sirenidae), eine wieder ausschließlich exotische, in Nordamerika einheimische, auf zwei Gattungen (Siren und *Pseudobranchius*) beschränkte Schwanzlurchgruppe, die aber dadurch unser besonderes Interesse beansprucht, daß sie die in ihrer Organisation am tiefsten stehenden Formen der ganzen Ordnung umfaßt. Die dritte Ordnung der Amphibien, zugleich auch die größte, bilden die formenreichen *Froschlurche* oder ungeschwänzten Amphibien (*Ecaudata*); diese zerfallen zunächst in zwei Unterordnungen, je nach dem Fehlen oder Vorhandensein einer Zunge, die *Zungenlosen* (Aglossa) und die *Zungenfrösche* (Phaneroglossa), erstere nur zwei exotische Familien, die *Spornfrösche* (Xenopodidae) und die durch ihren Bau und ihre eigenartige Brutpflege merkwürdigen *Pipakröten* (Pipidae) mit der einzigen Gattung und Art *Pipa americana* Laur. (Wabenkröte) umschließend, letztere dagegen aus zahlreichen und recht verschiedenartigen Formen bestehend, deren Familien in zwei Reihen sich sondern, die *Schiebbrustfrösche* (*Arcifera*) und die *Starrbrustfrösche* (*Firmisternia*), je nachdem der Brustgürtel beweglich ist, d. h. eine seitliche Verschiebung gestattet oder nicht. Zu den *Arcifera* gehören neben einigen rein exotischen Familien (Amphignathodontidae, Hemiphractidae und Cystignathidae) die *Scheibenzüngler* (Discoglossidae), für welche die Unken (*Bombinator*) und die Geburtshelferkröten (*Alytes*) als allgemein bekannte Repräsentanten aus unserer einheimischen Fauna genannt seien, ferner die *Krötenfrösche* (Pelobatidae), die *Kröten* (Bufonidae) und die *Laubfrösche* (Hylidae), durchweg Familien, die auch in der deutschen Fauna wohl vertreten sind (*Pelobates fuscus*, *Knoblauchkröte* — Landkröten der Gattung *Bufo* — *Hyla arborea*, *Laubfrosch*). Die *Firmisternia* umfassen neben der verhältnismäßig zahlreichen Gattungen vereinigenden exotischen Familie der *Engmäuler* (Engystomatidae) nur noch die der *echten Frösche* (Ranidae), eine ebenfalls in viele Gattungen zerfallende Lurchgruppe, deren typischer Vertreter, die Gattung *Rana*, auch eine ganz ansehnliche Zahl von Arten, darunter die bekanntesten einheimischen Froschformen, aufweist.

Die systematische Anordnung der *Reptilien* hat gegenüber der früheren Bearbeitung von O. Boettger zugrunde gelegten Einteilung beträchtliche Veränderungen erfahren müssen, eine unvermeidliche Folge der seitherigen großen Fortschritte auf dem Gebiete der Herpetologie. Werner folgt der Gruppierung in vier Ordnungen, die *Brückenechsen* (*Rhynchocephalia*), *Schildkröten* (*Testudinata*), *Panzerechsen* (Emydosauria) und *Schuppenkriechtiere* (Squamata), wobei in der letztgenannten Ordnung die *Eidechsen* (Lacertilia), die *Wurmzüngler* (Rhoptoglossa) mit der einzigen Familie der Chamäleons (Chamaeleontidae) und die *Schlangen* (Ophidia) mit dem Werte von Unterordnungen zu einem Ganzen zusammengeschlossen erscheinen. Außerordentlich vielgestaltig im Vergleich zu den Amphibien und im eigenen Reiche der Reptilien gegenüber den Brücken- und Panzerechsen erweisen sich die

Schildkröten, und im Bereiche der Schuppenkriechtiere die Eidechsen und Schlangen. Die *Schildkröten* zerfallen in vier Unterordnungen, die *Halsberger* (Cryptodira), *Seeschildkröten* (Cheloniidea), *Halswender* (Pleurodira) und *Weichschildkröten* (Trionychoidea). Die Halsberger umfassen die Land- und Sumpfschildkröten und damit auch die zahlreichsten Vertreter der ganzen Ordnung; die Bezeichnung „Halsberger“ kennzeichnet die Fähigkeit dieser Schildkröten, „den Hals in einer S-förmigen Krümmung, die in einer senkrechten Ebene verläuft, nach rückwärts ziehen zu können, so daß der Kopf häufig in gerader Richtung nach hinten eingestülpt werden kann“, ein Vermögen, das die Seeschildkröten nur in unvollkommenem Maße besitzen, während die Halswender Kopf und Hals „nach der Seite biegen und so zwischen den Rücken- und Bauchpanzer nach hinten legen, daß die Schnauzenspitze in Berührung mit der rechten oder linken Schulterhöhle kommt“. Die Weichschildkröten entbehren der Hornplatten auf ihrem Panzer und zeigen ihre Schnauze in einen Rüssel ausgezogen (Lippenschildkröten, Trionychidae). Die *Eidechsen* umspannen in der Darstellung Werners 15 Familien mit 91 Gattungen, die *Schlangen* 8 Familien mit 96 Gattungen, Zahlen, die die verhältnismäßig bunte Mannigfaltigkeit dieser beiden Kriechtierreihen ohne weiteres erkennen lassen; ist doch die Zahl der gegenwärtig lebenden Reptilien schon im Jahre 1896 auf über 3800 Arten angegeben worden (Boulenger), wovon etwa 1893 auf die Eidechsen und etwa 1639 auf die Schlangen entfielen, und seither sind wieder zahlreiche neue Formen aufgefunden worden, namentlich unter den Eidechsen und Schlangen, so daß die Zahl 4000 gewiß schon erheblich überschritten ist. Diese Tatsache fällt um so mehr ins Gewicht, als der Stamm der Reptilien den Höhepunkt seiner Entwicklung längst überschritten hat, so daß die heutige Kriechtierfauna nur Überreste einstiger Herrlichkeit darstellt, „denn aus unserer gegenwärtigen Kenntnis der Vorwelttiere geht hervor, daß ganze Ordnungen, wie die der Fische (Ichthyosauria), Meerdrachen (Sauropterygia), Theromorphen (Theromorpha), Riesensaurier (Dinosauria), Flugsaurier (Pterosauria) und viele andere Ordnungen ausgestorben sind“. Mit Recht sagt daher Werner: „Von den Kriechtieren darf man behaupten, daß sie gewesen sind.“

Näher auf den reichen Inhalt des Werkes einzugehen, muß sich Referent des Raumes halber versagen; das Mitgeteilte wird indes genügen, um darzutun, daß die Amphibien und Reptilien im neuen „Brehm“ durch F. Werner eine Bearbeitung erfahren haben, die nach Inhalt und Form sowie auch in Hinsicht ihrer illustrativen Ausstattung als mustergültig bezeichnet werden darf. Damit seien die beiden schönen Bände wohlverdienter Anerkennung und Verbreitung, auch in Fachkreisen, nachdrücklich empfohlen.

F. von Wagner, Prag.

Pfaundler, M., Körpermaßstudien an Kindern. Berlin, Julius Springer, 1916. 148 S., 5 Textfiguren und 8 Tafeln. Preis M. 4.80.

Verfasser untersucht im ersten Kapitel die Frage, ob die an einer großen Zahl von gesunden Schulkindern angetroffene Variation von Körperlänge und Körpergewicht eine reguläre Zufallsvariation ist, oder ob vielleicht Abweichungen von der Gaußschen Formel auf gesetzmäßige Häufung gewisser Abweichungen schließen ließen. Nach den Untersuchungen des Verfassers finden sich nur unerhebliche Abweichungen von der Zufallskurve, denen keine Bedeutung beizulegen ist.

Eine Diskussion über den Parameter der gewonnenen Kurven, welche durch Mittelwert und Parameter eindeutig bestimmt sind, ergibt eine Zunahme der Streuung oder Variation bei den höheren Standesklassen, welche auf bunterer Rassenmischung oder vermehrten Domestikationseigenschaften beruhen könnte. Die Untermaßigkeit der Kinder ärmerer Stände wird nicht als eine artwidrige Untermaßigkeit angesprochen, sondern als eine Folge der durchschnittlichen Übermaßigkeit der Kinder der Reichen, welche ein einseitig beschleunigtes Längenwachstum aufweisen, vergleichbar den Wassertrieben von Treibhauspflanzen. Besonders in der relativen Breitenentwicklung sind die Kinder der oberen Stände unterlegen.

Verfasser erörtert die Ursachen, welche für eine Proteroplasie, ein artwidriges Vorschieben der Reife verantwortlich gemacht werden könnten. In Kapitel III diskutiert der Verfasser einen Teil der Wachstumskurve des Menschen und glaubt dabei auf eine denkbar einfache Regel gestoßen zu sein, welche eine Konstanz der Massenzunahme in der Zeiteinheit aussagt. Die einfache Formel $x = n y^3$, wobei x das Alter in Jahren, y die Körperlänge in Metern angibt, und die Konstante $n = 4,75$ gesetzt wird, ist der mathematische Ausdruck für obige Regel, die auch den Ausdruck Gewicht $= (q)$ mal Alter finden könnte. (Betreffs der abweichenden Ansicht des Referenten verweist dieser auf seine im gleichen Verlage erschienene allgemeine Physiologie des Wachstums.) Mit besonderer Kritik bespricht der Verfasser im vierten Kapitel die bisherigen Bestimmungsmethoden der Körperoberfläche und gibt eine eigene, als praktisch erprobte Methode an. Gegen die experimentellen Beweise für das energetische Oberflächen-gesetz führt Verfasser eine ganze Reihe von berechtigten Einwänden ins Feld, weist die geradezu erstaunlichen statistischen und experimentellen Irrtümer *Rubners* einwandfrei nach, auf welche schon *Johannsen* und *Tangls* Schüler, in letzter Zeit besonders überzeugend *Hindhede*, hingewiesen haben. Verfasser bestimmt ferner das Nettovolumen des Kindeskörpers, das ist das Körpervolumen unter Ausschluß der im Respirations- und Digestionstrakt eingeschlossenen Gase mit Hilfe eines Apparates, der nach dem Prinzip des Volumenometers konstruiert ist. Versuche an Kinderleichen führten zu befriedigenden Ergebnissen.

H. Friedenthal, Berlin-Nikolassee.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein):

Winddrehung, Windgeschwindigkeit und Lufttransport.

In der Sitzung am 2. Mai sprach Herr Professor *Schubert* (Eberswalde) über Winddrehung, Windgeschwindigkeit und Lufttransport. Eine Bearbeitung der Windverhältnisse von Eberswalde hatte den Vortragenden zur Erkennung einer einfachen Beziehung zwischen der Häufigkeit der einzelnen Richtungen am Vormittag und der täglichen Winddrehung zum Nachmittag geführt. Die Zahl der Winde einer Richtung wächst vom Morgen zum Nachmittag, wenn morgens die linksbenachbarte Richtung die häufigere ist und umgekehrt. Die Änderung von 8^a bis 2^p läßt sich danach als eine Rechtsdrehung auffassen, für deren Größe sich 8° als wahrscheinlicher Wert ergab. In ähnlicher Weise wie die horizontale Windverteilung wurden die Richtungsänderungen zwischen oben und unten an den Beobachtungen des aeronautischen Ob-

servatoriums Lindenberg untersucht, und es wurde durch Häufigkeitsauszählung ermittelt, daß der Wind in 500 m durchschnittlich um 11° nach rechts gegen den Bodenwind abgelenkt ist.

In diesen Zahlen spricht sich indirekt auch der Ausgleich der verschiedenen schnellen Luftmassen in der Vertikalen aus. Je stärker die vertikalen Konvektionsströmungen sind, d. h. je schneller die Temperaturabnahme nach oben ist, desto mehr werden sich die Geschwindigkeitsunterschiede der übereinander streichenden Strömungen ausgeglichen haben. Diese Schlußfolgerung wird bestätigt durch die Vergleichung des jährlichen Ganges der täglichen Temperaturschwankung in Eberswalde und der vertikalen Temperaturabnahme über Lindenberg einerseits, mit der Windgeschwindigkeitszunahme nach oben andererseits. Je größer die Temperaturschwankung oder die vertikale Temperaturabnahme ist, desto kleiner ist die Windzunahme nach oben.

Die Beziehungen zwischen Winddrehung und Windhäufigkeit treten besonders klar hervor, wenn man die Größen als Vektoren einzeichnet; die Windänderungen lassen sich dann zerlegen in eigentliche Drehungen und Zusatzvektoren. Beide ändern sich vom Vor- zum Nachmittag im Sinne einer Verringerung der Verschiedenheit zwischen Ober- und Unterwind.

Das vom Vortragenden schon früher zur Ableitung der Windgeschwindigkeit auf dem Brocken benützte Prinzip einer als konstant anzunehmenden Verhältniszahl scheint sich auch für kürzere Reihen zu bewähren und wird bei der Reduktion von Windgeschwindigkeitsregistrierungen auf normale Verhältnisse durch Vergleich mit einem Instrument in einwandfreier Lage gebraucht werden können. Auf Berggipfeln können durch Einengen des Luftstrombettes Störungen der normalen Geschwindigkeit bedingt und „Stromschnellen“ erzeugt werden.

Der Vortragende ging dann dazu über, durch Vektordarstellungen die Beziehungen zwischen Windstärke, Gradient und Reibung in allgemeiner Form abzuleiten. Die Ergebnisse decken sich im wesentlichen mit denen der analytischen Behandlung dieser Frage durch *Hesselberg* und *Sverdrup* (Veröffentl. des Geophys. Instituts Leipzig, 2. Serie, Heft 10). Die Schubertsche Darstellung gewinnt wesentlich an Übersicht dadurch, daß von der Windgeschwindigkeit durch Multiplikation mit der Luftdichte zu Luftstromstärken übergegangen wurde. Diese Stromstärken nehmen nämlich nur bis etwa 1500 m Höhe merkbar zu und bleiben darüber bis etwa 4 km annähernd konstant. Der Vektor aus Stromstärke und Richtung, als Funktion der Höhe eingetragene, beschreibt mit seinem Endpunkte eine Spirale und strebt einem bis etwa 4 km Höhe konstanten Grenzwert zu. Dort, wo der Grenzwert erreicht wird, ist der Wind frei von Reibung; er ist ein reiner Gradientwind, der nur vom Gradienten und der ablenkenden Kraft der Erdrotation abhängt. Betrachtet man den Gradiententeil der Stromstärke als Ausgangsvektor, die Reibungsströmung als Zusatzvektor, so läßt sich konstruktiv die Größe der Reibung in verschiedenen Höhen ableiten.

Der zweite Punkt der Tagesordnung: „Aussprache über den Einfluß der neuen Sommerzeit auf meteorologische Beobachtungen und Wetterdienst“ beschränkte sich mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Zeit auf eine Mitteilung über die Besprechung, welche die Direktoren der verschiedenen deutschen Stationsnetze Ende April in Frankfurt a. M. abgehalten haben. Die Beobachtungstermine 7^a, 2^p, 9^p Ortszeit sollen von

den Stationen I., II. und III. Ordnung beibehalten werden, und es haben sich hierzu bereits 90 % der Beobachter bereit erklärt. Regen- und Gewitterbeobachter werden bis zum 30. September ihre Angaben nach Sommerzeit machen. Für den Wetterdienst sind einige, zum Teil recht unbequeme und unvorteilhafte Verschiebungen der Ablesungstermine notwendig geworden.

R. Süring, Potsdam.

Botanische Mitteilungen.

Licht und Wachstum. (Blaauw. I. Teil. Zeitschr. f. Bot. 6, 1914. II. Teil. Zeitschr. f. Bot. 7, 1915.) Blaauw verfolgt bei seinen Untersuchungen das Ziel, klarzulegen, wie pflanzliche Organe sich verhalten, wenn sie nicht einseitig, wie das beim phototropischen Versuch geschieht, sondern allseitig beleuchtet werden. Denn nach seiner Ansicht lassen sich auf dieser Grundlage Ausblicke für die Entstehungsweise typisch phototropischer Reaktionen gewinnen. Die Versuchsanordnung bestand darin, daß die Lichtquelle senkrecht über der Pflanze angebracht wurde. Dadurch aber, daß zwischen Lichtquelle und Pflanze ein kleiner Lichtschirm befestigt war, konnte das Versuchsobjekt nicht direkt von den Strahlen getroffen werden; diese mußten vielmehr ihren Weg über vier im Quadrat aufgestellte Spiegel nehmen, die 45° gegen die Vertikale geneigt waren und so das Licht rechtwinklig auf die Längsachse der Pflanze warfen. Untersucht wurden nur 2 Objekte, die Sporangienträger von *Phycomyces nitens* (I. Teil) und die Hypokotyle von *Helianthus globosus* (II. Teil). *Phycomyces* bot den Vorzug, daß es sich hier um ein einzelliges Gebilde handelte, und daher die optischen Verhältnisse etwas einfacher lagen. Die Reizung erfolgte derart, daß die vorher verdunkelten bzw. nur zum Zwecke der Ablesung vorübergehend mit fast wirkungslosem roten Licht beleuchteten Sporangienstiele einer Belichtung ausgesetzt wurden, die zwischen 1 und 1 920 000 M. K. S. variierte. Vor und nach der Reizung wurde in kurzen Intervallen abgelesen, um das Wachstum Schritt für Schritt zu verfolgen. Bei der Anwendung einer mittleren Lichtmenge, 210 M. K. S., ist der Reaktionsverlauf folgender: Der Stiel wächst 2—4 Minuten normal weiter; dann zeigt sich eine deutliche Wachstumsbeschleunigung, die nach 7 Minuten ihren höchsten Wert erreicht; das Wachstum ist hierbei mehr als verdoppelt; darauf erfolgt eine allmähliche Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit, so daß nach ca. 14 Minuten der Normalwert erreicht ist. Nun tritt eine kleine Wachstumsverminderung ein, und nach 20—24 Minuten wird der Normalwert zum zweitenmal — nunmehr für immer — hergestellt. Im Prinzip ähnlich verlaufen die Wachstumskurven bei niederen und höheren Lichtmengen; nur sind die Ausschläge und die Zeitwerte verschoben. So setzt bei kleineren Lichtmengen ($\frac{1}{4}$ bis 1 M. K. S.) die Wachstumsbeschleunigung wesentlich später ein, sie erreicht keinen so hohen Betrag, und die Phase der Gegenreaktion, die Wachstumsverminderung, wird fast unterdrückt. Umgekehrt nimmt bei höheren Lichtmengen gerade die Periode der Wachstumsverminderung an Bedeutung zu, sie währt bei 1 920 000 M. K. S. fast eine halbe Stunde, und es dauert ca. 50 Minuten, bis wieder normale Verhältnisse hergestellt sind. Das maximale Wachstum erreicht nicht mehr die Höhe wie bei 210 M. K. S., offenbar deshalb, weil sich jetzt schon die Folgen der Überbelichtung geltend machen.

Wie liegen nun die Verhältnisse, wenn das Licht einseitig zugeführt wird? Kann die soeben geschilderte „Photowachstumsreaktion“ hierbei zu Rate gezogen werden? Blaauw bejaht diese Frage. Er geht dabei von der Überlegung aus, daß das Licht nicht geradenwegs den zylindrischen Sporangienträger durchdringt, sondern infolge der Linsenwirkung die Strahlen konvergieren. Es entsteht daher auf der von der Lichtquelle abgelegenen Seite ein Streifen, der heller beleuchtet ist als die Vorderflanke. Es müssen also, weil die Lichtmengen verschieden sind, Vorder- und Rückseite ungleich schnell wachsen. Wendet man nicht zu hohe Lichtmengen an, dann muß nach dem Bisherigen eine positiv phototropische Krümmung zustande kommen, da in diesem Falle die Rückenseite rascher wächst. Natürlich kann die Reaktion erst dann zum Ausdruck kommen, wenn die Wachstumsbeschleunigung eingesetzt und die Differenz der Streckung zwischen Vorder- und Rückseite einen gewissen Betrag erreicht hat. So wird es verständlich, daß die phototropische Reaktionszeit bei 120 M. K. S. 6,5—9 Minuten beträgt. Im weiteren Verlauf wird dann die Krümmung durch die Wachstumsverminderung, die auf der stärker belichteten Rückenseite länger anhält, wieder ausgeglichen. Diese Vorgänge wurden bei den verschiedensten Lichtmengen kontrolliert. Bei der Einwirkung von 2 000 000 M. K. S. wurden ganz im Einklang mit der Theorie negative Krümmungen beobachtet. Es hatte sich ja gezeigt, daß bei allseitiger Belichtung die Wachstumsbeschleunigung wieder abnimmt, wenn man eine bestimmte Lichtmengengrenze übersteigt. Jetzt muß also die Vorderflanke der Rückseite voraneilen. Daraus zieht Blaauw den Schluß, „daß der ganze Phototropismus von *Phycomyces* nichts anderes bedeutet, als die Resultante der ungleichen Photowachstumsreaktion der ungleich belichteten Vorder- und Rückseite der Zelle“.

Gehen wir nun zu der zweiten Arbeit über, die sich mit einem Organ ganz anderer Art, dem derben, vielzelligen Keimstengel von *Helianthus globosus*, beschäftigt. Als ganz wesentlich ist hervorzuheben, daß hier die Photowachstumsreaktion gerade umgekehrt abläuft. Bei Anwendung schwacher Lichtmengen (4 M. K. S.) folgt nach 20 Minuten bloß eine kurzandauernde Phase schwacher Wachstumsverminderung. Bei 32 M. K. S. macht sich die Verminderung des Wachstums schon nach ca. 15 Minuten bemerkbar, die Hemmung ist beträchtlich größer, und daran schließt sich ein Stadium geringer Wachstumsbeschleunigung an. Nach ca. zwei Stunden ist das Wachstum wieder normal. Steigt man nun zu höheren Lichtmengen auf, dann setzt die Hemmung noch früher ein, erreicht größere Beträge, vor allem wird aber die Phase der darauf folgenden Wachstumsbeschleunigung immer breiter auseinander gezogen, so daß bei 1 050 000 M. K. S. nach 3 Stunden die alten Verhältnisse noch nicht hergestellt sind. Will man diese Tatsachen wieder, wie bei *Phycomyces*, zu einer Erklärung der phototropischen Reaktion verwerten, dann muß man sich zuerst Rechenschaft über die Lichtverteilung im Innern des Keimstengels geben. Zu diesem Zwecke schnitt Blaauw das Hypokotyl derart ab, daß die Schnittfläche ganz steil verlief und die beiden Teilstücke einen langgestreckten Keil bildeten. Einen solchen Stengelkeil legte er auf eine lichtempfindliche Platte und belichtete. So entstand ein Bild, das die Durchlässigkeitsverhältnisse in getreuer Weise wiedergab. Es ergab sich, daß die Lichtstärke um so mehr abnahm, je dicker die Schicht war. Hier liegen also die Dinge anders als bei *Phycomyces*.

Bei *Helianthus* ist die Vorderflanke optimal beleuchtet, und da nun die Wachstumshemmung mit der Lichtmenge verstärkt wird, so muß hier ebenfalls, wenn auch auf anderem Wege, eine positive Krümmung resultieren.

Blaauw faßt seine Ergebnisse folgendermaßen zusammen: „Weder die schiefe Lichtrichtung, noch die ungleiche Belichtung der Vorder- und Rückseite wirkt an sich als Reiz. Das Licht selbst . . . ist immer ein Reiz, und sein Einfluß in der Zelle ist sehr bald merklich in einer Wachstumsänderung. Bei ungleichseitiger Belichtung ist die Wachstumsänderung ungleich und tritt . . . die Krümmung, also der Phototropismus, sofort auf. Diese sekundäre Erscheinung ist bei weitem nicht so bedeutungsvoll als die Photowachstumsreaktion, welche uns gerade zu den fundamentalen Erscheinungen des Zellebens führt.“ Es mag darauf hingewiesen werden, daß diese Formulierung doch etwas zu weitgehend ist. So ganz einfach liegen die Verhältnisse nicht. So muß z. B. bei *Phycomyces* berücksichtigt werden, daß zwar auf der Rückseite ein Streifen stärkster Belichtung liegt, daß aber die Lichtmenge insgesamt genommen nicht größer ist, da sich an den Lichtstreifen beiderseits entsprechend verdunkelte Zonen anschließen. Diese müßten ja eine schwächere Photowachstumsreaktion zeigen als die Vorderflanke. Offenbar greifen hier also noch besondere Regulationen ein. Dasselbe ist anzunehmen bei den oft recht ausgiebigen phototropischen Reizleitungen, die mitunter, wie bei *Brodiaea congesta*, 10 cm betragen, ferner in den Fällen, wo ein Konflikt zwischen zugeleiteter und direkt aufgenommener Reizung entsteht. Ob uns hier die Photowachstumsreaktion weiterführen wird, ist doch recht zweifelhaft.

Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. (*Correns*, Biolog. Centrabl. Bd. 36, 1916.) Ein Zusammenhang zwischen dem Chromosomenbestand und dem Geschlecht ist im Tierreich wiederholt festgestellt worden; gewöhnlich liegt der Fall so, daß das weibliche Geschlecht nur einerlei Keimzellen, das männliche dagegen zweierlei Keimzellen, die sich durch den Chromosomenbestand unterscheiden, hervorbringt; eine dieser Sorten entspricht denen der Weibchen. Verschmelzen nun bei der Befruchtung gleichartige Keimzellen, dann entstehen Weibchen, sonst Männchen. Komplizierter liegen die Verhältnisse, wenn ein Wechsel von getrenntgeschlechtlichen und zwittrigen Individuen stattfindet. Bei dem Nematoden *Angiostoma nigrovenosum* wurde folgendes ermittelt: Die Weibchen der getrenntgeschlechtigen Generation haben 12, die Männchen 11 Chromosome. Die Weibchen entwickeln bloß Eier mit 6 Chromosomen, die Männchen dagegen gleichviele Spermatozoiden mit 5 und mit 6 Chromosomen. Aber nur die letzteren sind funktionstüchtig. Es entstehen daher bloß Nachkommen mit 12 Chromosomen, die aber nicht zu Weibchen, sondern zu Zwittern werden. Diese Zwitter bilden wiederum nur 6 Chromosomen führende Eier, dagegen Spermatozoiden mit 5 und 6 Chromosomen, die aber in diesem Fall beide fertil sind und zur einen Hälfte Männchen mit 11, zur anderen Weibchen mit 12 Chromosomen den Ursprung geben. Durch eine Vereinfachung dieses Schemas ist wahrscheinlich das dauernde Zwittertum bei den Schnecken entstanden. Die getrenntgeschlechtliche Phase ist dadurch ausgeschaltet, daß von den zweierlei Spermatozoiden immer nur die befruchtungsfähigen sind, die hinsichtlich ihrer Chromosomenzahl mit den Eizellen

übereinstimmen, und daß die Verschmelzungsprodukte gleichartiger Keimzellen sich stets zu Zwittern ausbilden. So liegen die Verhältnisse z. B. bei *Helix pomatia*. Man hat versucht, diese Schemata auch auf die Blütenpflanzen anzuwenden, und diese Frage ist es, die Verf. in seiner Arbeit zu entscheiden versucht. Wäre die Vermutung richtig, dann „müßte also der Fruchtknoten der weiblichen Blüte eines einhäusigen Gewächses und der einer Zwitterblüte nur einerlei Samenanlagen mit Eizellen enthalten, die weiblichen Chromosomenbestand aufwiesen. Die Staubbeutel der männlichen Blüten des einhäusigen Gewächses und die der zwittrigen Blüte hätten aber zweierlei Pollenkörner, solche mit männlichem und solche mit weiblichem Chromosomenbestand; nur die letzteren dürften funktionieren.“ Die Methode, mit der Verf. diese Frage zu entscheiden versuchte, beruht auf folgendem Gedankengang: Fände wirklich eine Differenzierung der Pollenkörner in funktionstüchtige und befruchtungsunfähige statt, dann müßte sich dieser Vorgang bei der Reduktionsteilung abspielen. Diese tritt aber bei der Bildung von vier Pollenkörnern aus einer Pollenmutterzelle ein. Bei manchen Pflanzen nun bleiben die Abkömmlinge einer Pollenmutterzelle aneinander haften und bilden eine Pollentetrade. Solche Pflanzen sind für den künstlichen Befruchtungsversuch besonders geeignet, da man sicher ist, daß eine einzelne Tetrade — falls die Theorie zu Recht besteht — nur 2 funktionstüchtige Pollenkörner enthalten darf. Gelingt es, bei der Bestäubung mit einer Tetrade mehr als 2 Samen zu erzielen, dann kann das Schema, das für die Tiere gültig ist, für die Pflanzen nicht zutreffen. Im Verlaufe der Untersuchungen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, nicht mit einer, sondern mit mehreren Pollentetraden zu arbeiten, da der Reiz, der von einer einzigen Tetrade ausgeübt wird, meist nicht ausreicht, um den Fruchtknoten zur Samenbildung anzuregen. Offenbar wird hierbei kein genügender Nährstoffzufluß zu den Samenanlagen erzielt. Aber im Prinzip bleibt die Sache dieselbe. Die Theorie ist widerlegt, wenn die Befruchtung bei über 50 % der angewendeten Pollenkörner von Erfolg begleitet ist. Die Versuche wurden mit *Epilobium hirsutum* und *Salpiglossis variabilis* ausgeführt. Bei *Epilobium* wurden überhaupt keine tauglichen Samen erhalten; die Experimente mit *Salpiglossis* dagegen waren von Erfolg begleitet. Zur Bestäubung wurden 1—10 Pollentetraden verwendet, und in vielen Versuchen glückte über die Hälfte der möglichen Befruchtungen. Damit ist erwiesen, daß die Verhältnisse bei den Pflanzen wesentlich verschieden liegen. Dies steht aber mit unseren bisherigen Erfahrungen über pflanzliches und tierisches Zwittertum durchaus im Einklang. Denn offenbar ist im Tierreich der Hermaphroditismus erst sekundär im Verlaufe der phylogenetischen Stammesentwicklung erworben, während sich die getrenntgeschlechtlichen Blütenpflanzen von Formen herleiten, die normalerweise zwittrig sind, den Moosen. So war auch von vornherein eine Übereinstimmung von Tieren und Pflanzen in dieser Hinsicht nicht zu erwarten.

Über das Verhalten von Sprossen bei Widerstand leistender Erdbedeckung. (*W. Leonhardt*, Jahrb. f. wiss. Bot. 55, 1915.) Im Freien hat man mitunter Gelegenheit zu beobachten, wie Pflanzen, die durch Zufall verschüttet sind, oder Samen, die zu tief in die Erde eingebettet wurden,

ziemlich beträchtliche Strecken zu durchdringen vermögen, bis sie ans Tageslicht gelangen. Verfasser hat nun diese Vorgänge experimentell untersucht, um festzustellen, auf welchem Wege die Pflanze solche Leistungen zu vollbringen vermag. Samen, Knollen, Zwiebeln und auch Sprosse wurden in mehr oder minder tiefe Erdschichten (bis gegen 1 m Höhe) eingebettet und dann in ihrer weiteren Entwicklung verfolgt. Es zeigte sich, daß die Veränderungen, die die Objekte unter diesen abnormen Verhältnissen zeigen, im wesentlichen mit denen übereinstimmen, die durch das Etiollement, durch die Kultur der Pflanzen im Dunkeln, erzielt werden: das Wachstum der Achse wird erheblich beschleunigt, die Blätter bleiben vielfach klein und unscheinbar, und die Entfaltung der Spitze wird zurückgehalten; das sind aber alles Erscheinungen, die das Durchdringen von Erdschichten erleichtern. Der Erd-Druck als solcher löste keine besonderen Anpassungserscheinungen aus; er wirkte nur mechanisch, insofern die Entfaltung und das Auseinanderspreizen von Blattorganen verhindert wurde. Auch wirkte besonders feste Erdbedeckung dahin, daß das Längenwachstum etwas zurückgedämmt wurde, die Sprosse einen massiven Bau annahmen und infolgedessen einen stärkeren Gegendruck aufwenden konnten, allerdings auf Kosten der zurückgelegten Strecken. Im einzelnen zeigte sich dann eine enge Beziehung zwischen der Natur des Objekts und seiner Leistungsfähigkeit, für welche die durchdrungene Strecke einen Maßstab bildet. Keimlinge, die ihre den Widerstand sehr erhöhenden Kotyledonen unter der Erde belassen, zeigen natürlich denen gegenüber, welche ihre Keimblätter über den Erdboden erheben, einen Vorsprung. So durchmaß im extremen Fall ein Keimling von *Vicia Faba* 77 cm, während *Phaseolus vulgaris* meist nur 15 cm erreicht. Bei zarten Objekten, wie z. B. *Brassica Napus*, hat das Emportragen der Keimblätter noch einen weiteren Nachteil. Da die Spitze hier den größten Raum einnimmt, so wird durch sie ein Hohlraum geschaffen, den der nachfolgende Stengel nicht auszufüllen vermag; infolgedessen biegt er, wenn er nicht fest gebaut ist, seitlich aus und nimmt Schraubenform an. Damit ist aber das Vorwärtsschreiten wesentlich gehemmt. Weiterhin ist der vorhandene Nährstoffvorrat von ausschlaggebender Bedeutung. Samen mit viel Nährgewebe oder stark angeschwollenen Kotyledonen, besonders aber Knollen, verfügen über ein besonderes Leistungsvermögen. So konnte schon *Wollny* beobachten, daß Kartoffelschößlinge eine Decke von 85 cm durchbrachen. Auch Dahliaknollen verhielten sich ähnlich. Die Zahl der erreichten Internodien ist hier sehr groß, und was besonders interessant ist, die Blätter spreizen hier nicht wie bei Lichtpflanzen sparrig ab, sondern bleiben dem Stengel schräg angepreßt, so daß störende Reibung und Zerrung vermieden wird. Die bisherigen Angaben beziehen sich alle auf Dikotyledonen. Die Monokotyledonen sind im allgemeinen weniger günstig gestellt, weil bei ihnen in fortgeschrittenen Stadien die Wachstumszone nicht an der Spitze liegt, sondern der Basis \pm genähert ist. Deshalb muß das ganze darüber stehende Stück passiv emporgeschoben werden, und dadurch wird der Widerstand bedeutend erhöht. Dazu gesellt sich als weiteres störendes Moment, daß, falls durch irgendwelche Umstände, wie festere Gesteinspartikelchen, der Spitzenteil aus seiner vertikalen Lage abgedrängt wird, meist eine Regulierung durch negativen Geotropismus ausbleibt: die Pflanze wächst schief weiter. Bei den Gramineen ist die erste Phase für das Durch-

dringen der Erde am günstigsten. Die Blätter sind in der röhrenförmigen, ringsum geschlossenen Koleoptile geborgen, und die Pflanze verhält sich mechanisch wie ein Stengelgebilde. Dieser Zustand dauert bei *Secale* so lange an, bis eine Höhe von ca. 1 dm erreicht ist. Dann wird die Koleoptile durchbrochen. Die Blätter bleiben dann zwar noch röhrenförmig aufgerollt, stoßen sie aber auf Widerstand, dann knicken sie um, die zarte Spreite wird ineinander gefaltet, und ein weiteres Fortschreiten ist äußerst erschwert. Werden die Keimlinge in einem mit Erde gefüllten Glaskasten gezüchtet und von der einen Seite beleuchtet, dann treten die Entfaltungserscheinungen viel früher auf, die Koleoptile wird schon durchbrochen, wenn sie nur etwa 4 cm hoch ist, und die Leistungsfähigkeit ist entsprechend herabgesetzt. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß der Einfluß der Dunkelheit bei all diesen Vorgängen entscheidend ist. Aber wie bei *Secale*, so hat auch bei allen anderen Objekten das Durchdringen von Erdschichten seine Grenzen. Die Entfaltung läßt sich zwar aufschieben, aber nicht bis zur Erreichung der Oberfläche unterdrücken. So breiten sich bei *Hyacinthus* die Blätter, welche den Blütenstand schützend umschließen, bei Erreichung einer bestimmten Länge auch unter der Erde auseinander, und nun ist natürlich dem weiteren Empordringen ein Ziel gesetzt.

P. Stark, Leipzig.

Zoologische Mitteilungen.

Womit riechen die Bienen? Man hat bisher ziemlich allgemein angenommen, daß die Insekten mit ihren Fühlern (Antennen) riechen. Jedenfalls sind auf diesen Sinnesorgane in Gestalt von Haaren, Borsten, Kegeln, Gruben usw. so reichlich vorhanden, daß man eher in Verlegenheit kommt, ihnen allen gesonderte Tätigkeiten zuzuweisen. Ferner stellte es sich in der Regel heraus, daß nach dem Abschneiden, Bepinseln oder sonstwie erreichten Ausschalten der Fühler die Versuchstiere nicht mehr riechen, d. h. auf Riechstoffe antworten konnten, und so betrachtete man das Ergebnis als sicher. Vor kurzem hat sich jedoch der Amerikaner *N. E. Mc Indoo* in mehreren Arbeiten energisch gegen diese Ansicht gewandt: er sucht die Riechwerkzeuge nicht mehr an den Fühlern, sondern an anderen Körperteilen, was ja an sich nicht unberechtigt ist. Wir wollen hier nur auf seine Untersuchungen (*Journ. Exper. Zool. Philadelphia* Vol. 16, 1914, p. 265 bis 346) an der Biene als an einem der interessantesten Insekten näher eingehen, da sie auch für die Praxis des Bienenwirtes Bedeutung gewinnen können. *Mc Indoo* beobachtete zuerst die unversehrten Bienen, meist in eigenen Kästchen, die absichtlich ganz flach waren, mit einem Boden aus Nesseltuch und einem Glasdeckel; mehr als 9 Bienen wurden nicht zugleich hineingetan, damit man jede einzeln genau studieren konnte. Sie nahmen darin Wasser und ein Gemisch von Honig und Zucker gern auf und lebten — einerlei ob im Hellen oder Dunkeln — durchschnittlich etwas über 9 Tage. Die Substanzen, an denen sie riechen sollten, waren in gleichgroßen Fläschlein mit Glaspfropfen enthalten, die dann geöffnet unter den Boden des Kästchens gebracht wurden, so daß die Dünste aufstiegen; es waren teils solche, die den Bienen nicht zusagten, so daß sie sich davon abwandten, wie Pfefferminz- oder Thymianöl, auch frische Teile stark duftender Pflanzen, teils angenehme, z. B. Honig, Stücke von Waben, aber auch je 100 samt der Gift-

blase ausgerissene Stacheln anderer Bienen, deren Geruch dem Menschen sehr stechend vorkommt. Die Anzahl der Sekunden, ehe sich die Bienen vom Orte des Geruches ab- oder ihm zuwandten, wurde genau gebucht. Es zeigte sich, daß die Drohnen etwas rascher reagierten als die Arbeitsbienen und viel schneller (im Verhältnis von 5:3) als die Königinnen. Besonders heftig war allemal die Wirkung von Tabakrauch, selbst nur in Spuren, so daß man ja nicht im Raume rauchen durfte: die Tiere wurden sehr unruhig und waren lange zu keinem Versuche brauchbar. — In ähnlicher Weise verfuhr dann *McIndoo* mit Bienen, die vorher operiert worden waren, natürlich nicht gleich darauf, sondern erst, wenn sie sich erholt hatten. Da ergab es sich, daß jegliche Verletzung der Antennen oder auch nur ihre Bestreichung mit einem Kiste (Schellack, Celloidin) die so behandelten Tiere aus der Norm brachte, um so ärger, je gründlicher man mit ihnen verfahren hatte; zugleich nahm die Lebensdauer bis auf weniger als einen Tag ab, während die Reaktionszeit nicht erheblich (nur von 2,6 auf 4 Sek.) wuchs. Schon hieraus folgte, daß die Antennen jedenfalls nicht die *alleinigen* Riechwerkzeuge sein konnten. *McIndoo* entfernte nun systematisch alle anderen nur irgendwie in Betracht kommenden Organe oder setzte sie sonstwie außer Tätigkeit, also die Mundteile, wo man ja den Sitz des Riechens zu suchen Veranlassung hatte, ferner die Flügel, Beine und sogar den Stachel, brachte die Tiere in die Kästchen und ließ sie riechen. So fand er, daß durch die Operationen an den Beinen und Flügeln das Leben nicht verkürzt wurde, wohl aber die Riechfähigkeit in eben dem Maße abnahm, wie man jene unbrauchbar gemacht hatte. Während z. B. 37 unversehrte Arbeiterinnen auf die Stoffe durchschnittlich in weniger als 3 Sekunden antworteten, taten dies 28 andere nach dem Ausreißen beider Flügel erst in weit über 20 Sekunden, und 20, denen noch dazu die Beine mit Vaseline bestrichen waren, gar erst in fast 40. Waren aber die Flügel nur dicht an der Wurzel abgeschnitten, so änderte sich die Reaktionszeit gar nicht. Diese auf den ersten Blick seltsamen Ergebnisse machten zum Verständnis die mikroskopische Untersuchung nötig, wurden aber dann gleich aufgeklärt. In der Tat fanden sich an der Flügelwurzel sowie an den Beinen Sinnesorgane, die nach innen mit Nerven in Verbindung stehen und je eine feine Faser nach außen bis dicht an eine winzige Öffnung in der Chitinschicht der Haut gelangen lassen. Von solchen Poren zeigt eine Königin im Durchschnitt an den Flügeln reichlich 1300, an den Beinen, wo sie nur zerstreut stehen, etwa 450 und am Stachel 100, zusammen also über 1850; bei den Arbeiterinnen ist die Zahl 2260 (1500, 660, 100) und bei den Männchen, obwohl sie keinen Stachel haben, sogar 2600 (2000 und 600). Besonders an der Flügelwurzel stehen die Sinneszellen ganz dicht beisammen. Daß es sich bei allen diesen um Organe des Tastens handele, ist durch ihre Lage ausgeschlossen; auch nicht zum Schmecken können sie dienen, wohl dagegen mögen sie die Feuchte oder Wärme der Luft melden oder endlich Riechwerkzeuge sein. Gerade für die letztere Annahme (die übrigens schon 1857/60 vom Engländer *J. B. Hicks* geäußert wurde, aber keinen Anklang fand) treten die oben mitgeteilten Versuche ein: beim Abschneiden der Flügel bleiben die Organe noch dem Tiere erhalten, nicht jedoch beim Ausreißen, und dem entsprechen die Reaktionszeiten; das gleiche gilt von denen an den Beinen. Sonderbar ist es nur, daß hiernach auch der Stachel als ein Riechwerkzeug

in Frage käme, und daß auf der anderen Seite die Fühler ihrer Rolle dabei fast ganz entkleidet würden. *McIndoo* kann nicht leugnen, daß auch sie beim Riechen irgendwie tätig sind, da sie ja dann lebhaft schwingen, jedoch möchte er sie höchstens mithelfen lassen. Was dann aber die so zahlreichen Sinnesorgane an ihnen zu tun haben, ist immer noch nicht ganz aufgeklärt. — Kurz erwähnt sei, daß *McIndoo* in ähnlicher Weise 50 Arten von Käfern untersuchte (*Biol. Bulletin Woods Hole* Vol. 28, 1915, p. 407—460) und auch hier die offenen Riechporen nebst den Sinneszellen usw. an der Basis aller 4 Flügel und an den Beinen fand, keine dagegen an den Fühlern. Die flügellosen Arten weisen relativ um so zahlreichere an den Beinen auf, und umgekehrt haben die Wasserkäfer an den Beinen um so weniger, je mehr diese zum Schwimmen eingerichtet sind. Auf die Riechschärfe wurden 11 Arten geprüft, und die Ergebnisse gehen mit denen des Mikroskopes Hand in Hand.

Ernährung der Infusorien. Ziemlich lange sind die Zoologen der Ansicht gewesen, die meisten Infusorien schwämmen im Wasser gewissermaßen mit weit offenem Maule umher und nähmen ohne Unterschied alles auf, was sie sich mit ihren Wimpern herbeistrudeln und dann bewältigen könnten. Die Wahl zwischen verdaulichen und unverdaulichen Stoffen würde erst dann getroffen, wenn diese sich schon im Körper des Infusors befänden, und bestünde auch nur darin, daß die letzteren rasch wieder ausgestoßen würden. Bei einem einzelligen Tiere, wie es ein Infusor ist, erschien eine größere Fähigkeit zur Unterscheidung der Nahrung weder möglich noch auch nötig. Erst in unserem Jahrhundert melden sich mehrere Forscher, die auf Grund sorgfältiger Beobachtungen und Versuche der entgegengesetzten Meinung geworden sind, und so gewinnt die ganze Frage ein durchaus anderes Gesicht. So hat zunächst der Amerikaner *A. A. Schaeffer* 1910 (*s. Journ. Exper. Zool. Philadelphia* Vol. 8, p. 75—132) das Trompententierchen (*Stentor*) teils bei der Aufnahme seiner gewöhnlichen Nahrung belauscht, teils aus einer sehr feinen Pipette behutsam mit allerlei Körperchen versorgt und nun das Schicksal eines jeden, wie es aus der Pipette ins Wasser gelangte, verfolgt. Diese bei der Kleinheit des Tieres — es wird, obwohl für ein Infusor schon ein Riese, doch nur etwa 1 mm lang — recht mühsamen Studien ergaben mit aller Klarheit, daß der *Stentor* mit Hilfe seiner Mundwimpern die ihm nicht zusagenden Teilchen, z. B. von gepulvertem Karmin, Schwefel oder Glas, zurücktreibt, die anderen hingegen einläßt, mithin eine Auswahl unter ihnen trifft. Allerdings, ist er sehr hungrig, so nimmt er auch unverdauliche Stoffe auf, indessen das tun bekanntlich selbst die höchsten Tiere. Die Wahl scheint er, wenn nicht ausschließlich, so doch in erster Linie auf Grund der physikalischen Beschaffenheit der Partikel vorzunehmen, während ein chemischer Sinn (Riechen, Schmecken) ihm wohl abgesprochen werden muß. Schon 1907 hatte ferner *S. Metalnikow* in Petersburg einen Bericht über seine Untersuchungen am Pantoffeltierchen (*Paramecium*) gegeben, trat aber erst 1912 mit der ausführlichen, gleichfalls sehr umsichtigen Arbeit (*s. Arch. Zool. Expér. Série 5, Tome 9, p. 373—499*) hervor. Bei diesem als einem sehr viel kleineren — nur etwa $\frac{1}{4}$ mm langen — Infusor war die Schaeffersche Art der Fütterung nicht möglich, und *Metalnikow* half sich daher so, daß er dem Wasser mit den Tierchen den zu prüfenden Stoff zusetzte, nach

einiger Zeit eine Anzahl herausnahm und an ihnen mit dem Mikroskope nachsah, ob und wieviel sie davon aufgenommen hatten. Daraus gewann er durch Rechnung zuverlässige Durchschnittszahlen, die sich zu Vergleichen eigneten. Als Futter dienten Eidotter, Bierhefe, Stärke, Pulver von Karmin, Sepia, Aluminium, Glas usw.; zum Teil wurden diese, um sie im Tiere leichter zu erkennen, vorher mit Kongorot, Alizarin usw. gefärbt. So wurde z. B. Stärke gern aufgenommen; hatte man sie aber zuvor mit Jod gebläut, so war sie lange nicht so genehm und wurde schon bald wieder ausgestoßen. Auch bei den Paramecien ergab es sich als zweifellos, daß sie die Nahrung auswählen; zwar haben sie in der Tat den Mund weit offen, aber die Wimpern in der nächsten Umgebung jagen die Körnchen fort, die nicht aufgenommen werden sollen. Höchstwahrscheinlich erfolgt diese Auswahl aber (im Gegensatz zur Annahme *Schaeffers*) auf Grund des Geruches oder Geschmackes, der von den Körnchen ausgeht. Unverdauliche Stoffe werden übrigens von einem und demselben Tiere allmählich immer weniger verzehrt, zuletzt gar nicht mehr, jedoch dauert diese Abneigung nur bis zur Teilung, und die beiden Jungen müssen sie erst wieder erwerben, nur tun sie dies rascher, haben sie also doch nicht ganz verloren. Hält man die Tierchen in Wasser mit Karminpulver und etwas Alkohol so lange, bis sie nichts mehr von dem roten Stoffe verschlucken, so lehnen sie später die ihnen sonst sehr zusagende Bierhefe ab, wenn sie ihnen ebenfalls zugleich mit Alkohol gereicht wird; dasselbe merkwürdige Ergebnis tritt ein, wenn man den Alkohol in beiden Versuchen durch rotes Licht ersetzt, das ja nicht auf den Geschmack einwirken kann. *Metalnikow* zieht hier die bekannten Versuche von *Pawlow* und seiner Schule an Säugetieren zum Vergleiche heran. — In wieder anderer Weise ist der nämlichen Frage im Jahre 1914 der Amerikaner *E. J. Lund* in zwei Arbeiten (s. *Journ. Exper. Zool.* Vol. 16, p. 1—52, Vol. 17, p. 1—43) nähergetreten, aber nicht am Pantoffel-, sondern an dem etwa $1\frac{1}{2}$ mm langen Börsentierchen (*Bursaria*). Dieses lebt sonst von kleineren Infusorien und anderen Protozoen, verschmäht auch Rädertiere nicht, wurde aber von *Lund* hauptsächlich mit Dotter gefüttert und gedieh dabei ganz gut. Die Körnchen wurden aus hartgekochtem Hühnerdotter durch Schlämmen durchschnittlich etwa 0,09 mm groß gewonnen; von ihnen nahm eine *Bursarie*, die vorher hatte hungern müssen, um schön durchsichtig zu werden und so die Vorgänge bei der Verdauung leichter erkennen zu lassen, auf einmal 25 bis 30 auf. Versuche mit verschiedenen gefärbten Körnchen lehrten dann, daß auch hier die Auswahl nach der chemischen Natur der Stoffe, also wohl durch den Geschmack, getroffen wird. Waren daher die Körnchen mit dem im Wasser unlöslichen Fettfarbstoffe Sudan gefärbt, so wurden sie eben so gern verzehrt wie ungefärbte. Gab man ihnen mit dem Dotter zugleich Tuschkörnchen, so wurden diese schon wieder ausgeschieden, bevor noch jener verdaut war. Stärkekörner wurden zwar verschluckt, waren indessen auch nach mehreren Tagen noch nicht angegriffen, was freilich bei einem Fleischfresser wie der *Bursarie* nicht überraschen kann. Olivenöl, als Emulsion mit Wasser dargeboten, wurde aufgenommen und verdaut, Paraffinöl natürlich nicht. Um ferner zu ermitteln, ob etwa aus Proteinsubstanzen Fett gebildet werde, gab *Lund* fettfreies „Vitellin“,

d. h. Dotter, der 8—10 Stunden mit Alkohol und Äther ausgekocht war, aber die damit gefütterten Tierchen zeigten nicht mehr Fett als vorher. Von solchen Dotterkörnchen wurden zwar 3 oder gar 6 zusammen langsamer aufgezehrt als nur ein einziges, aber die Umrechnung auf die gleiche Nahrungsmasse zeigte, daß die größere Zahl doch günstigere Bedingungen für die Verdauung bietet als die kleinere, und *Lund* möchte hier sogar eine Übereinstimmung mit der Arrhenius'schen Formel — Zeit proportional Wurzel aus Speisemenge — für die analogen Vorgänge beim Hunde herausklügeln. Jedenfalls wird gleich nach der Aufnahme des Dotters eine Säure um ihn herum vom Tiere ausgeschieden, und die Körner bleiben bis zur Auflösung sauer; ist er dagegen mit Kongorot gefärbt, so wird er als schwer verdaulich schon bald aus dem Körper entfernt.

Die nur wenige Zentimeter lange **Regenwurm** *Enchytraeus humiculator* kann nach den Angaben von *J. Kríženecký* (im *Arch. Gesamte Phys.* Bd. 163, 1916, S. 325—354) unbeschädigt direkt in **Seewasser** gebracht werden; erhält sie darin Sauerstoff genug zugeführt, und wird ihr außerdem die Alge *Ulva lactuca* beigegeben — es blieb unentschieden, ob sie sich von dieser oder den daran befindlichen kleinen Lebewesen ernährt —, so lebt sie in der ihr doch völlig fremden Umgebung mindestens $\frac{1}{2}$ Jahr, vielleicht sogar unbegrenzt lang. Mithin sind ihr die Salze in der dem Seewasser eigenen Mischung und Menge (3,5 %) nicht schädlich, auch nicht nach Verdünnung mit Leitungswasser, wohl jedoch, sobald diese Menge durch Eindampfen sich auf 5 % erhöht: die Würmer stellen um so früher ihre Bewegungen ein, je salzhaltiger das Wasser gemacht worden war, und erholen sich nach dem Zurückbringen in gewöhnliches Wasser um so langsamer wieder. Die tödliche Wirkung beruht auf dem stärkeren osmotischen Druck, dem die Tiere ausgesetzt sind. Andererseits können sie zwar in gut durchlüftetem Leitungswasser beliebig lange verweilen, hingegen in destilliertem Wasser höchstens 20 Tage, offenbar im letzteren Falle wegen des zu schwachen osmotischen Druckes. Da im Erdboden je nach der Witterung die Salze mehr oder minder reichlich gelöst sind, so sind gewiß die Enchyträiden von Hause aus an solche Wechsel gewöhnt, können daher die oben geschilderten fremden Medien ebenfalls leidlich gut vertragen.

Seine früheren Versuche zur willkürlichen **Änderung des Geschlechtes bei Rädertieren** (s. oben S. 231) hat *D. D. Whitney* neuerdings teils wiederholt, teils an vier anderen Arten erweitert. Das Ergebnis bleibt ungefähr dasselbe: wird von den jungfräulichen Weibchen sehr reichliche und gute Nahrung aufgenommen, so legen sie Männcheneier, bei ungenügendem Futter dagegen Weibcheneier. Die Temperatur des Wassers spielt dabei nur insofern eine Rolle, als in der Wärme die zur Nahrung dienenden einzelligen Wesen besser gedeihen als in der Kälte. (*S. Journ. Exper. Zool. Philadelphia* Vol. 20, 1916, p. 263—296.)

P. Mayer, Jena.

Berichtigung.

Das Bild „Hagel über dem Meere“ im Hefte vom 9. Juni (S. 320) ist nach einer Photographie von *Hermann Helmer*, Architekten in Wien, angefertigt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 26.

30. Juni 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Leguminosenblätter als Nahrungsmittel. Von *Geheimrat Prof. Dr. G. Haberlandt, Berlin-Dahlem*. S. 361.

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. Von *Dr. Erwin Freundlich, Berlin-Neubabelsberg*. S. 363.

Deutsch-Südwestafrika im Lichte biogeographisch-historischer Forschung. Von *Dr. Thilo Krumbach, Rovigno*. S. 372.

Kleine Mitteilungen:

Ueber die Entstehung des Genies. Bericht über die von der Wiener Anthropologischen Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. Rassenanatomische Untersuchungen an europäischen Haaren. Der Flugmechanismus der fliegenden Fische. Die Nahrung der Copepoden. Chemische und bakteriologische Untersuchungen über frische Eier und Handelseier. S. 375—377.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 377.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 1916, Bd. 39, H. 2. S. 378.

Beiträge zur allgemeinen Botanik, 1916, Bd. 1, H. 1. S. 379.

Zeitschrift für Botanik, 1916, Jg. 8, H. 2 u. H. 3. S. 379.

Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1916, Bd. 13, H. 1. S. 379.

Zeitschrift für angewandte Entomologie, 1916, Bd. 3, H. 1. S. 379.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 47, H. 5. S. 380.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, 1916, Bd. 32, H. 3. S. 380.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle

Vortrag gehalten an der 94. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Solothurn 2. August 1911

Von

Emil Abderhalden

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle

Zweite Auflage

Preis M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Physikalische Behandlung der chronischen Herzkrankheiten

Von

Professor Dr. Th. Schott
Nauheim

Mit 42 Textfiguren und 11 Tafeln

Preis M. 3.60; in Leinwand gebunden M. 4.20

Vor kurzem erschien:

Erfahrungen über Diagnostik und Klinik der Herzklappenfehler

Von

Professor Dr. S. E. Henschen
chem. Direktor der medizinischen Universitätsklinik in Upsala
und der medizinischen Klinik in Stockholm

Mit 271 Kurven

Preis M. 14.—; in Leinwand gebunden M. 15.60

Vor kurzem erschien:

Erkältungskrankheiten und Kälteschäden Ihre Verhütung und Heilung

Von

Professor Dr. Georg Sticker
in Münster i. W.

Mit 10 Textabbildungen

Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.80

(Bildet einen Band des Speziellen Teils der Enzyklopädie der klinischen Medizin.
Herausgegeben von L. Langstein-Berlin, C. von Noorden-Frankfurt a. M.,
C. von Pirquet-Wien, A. Schittenhelm-Kiel)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

30. Juni 1916.

Heft 26.

Leguminosenblätter als Nahrungsmittel.

Von Prof. Dr. G. Haberlandt, Berlin-Dahlem.

Bei der vegetarischen Ernährungsweise, die jetzt im Deutschen Reiche und in Österreich-Ungarn eine größere Rolle spielt als in Friedenszeiten, müssen zur Deckung unseres täglichen Eiweißbedarfs auch die Gemüse in höherem Maße herangezogen werden. Dies gilt namentlich für die jetzigen Sommermonate bis tief in den Herbst hinein. Freilich erscheint diese Forderung schwer erfüllbar, da der Gehalt der bekannten Gemüsearten, Blatt- und Stengelgemüse, an Eiweißstoffen und überhaupt an organischen Stickstoffverbindungen bekanntlich ein ziemlich geringer ist: *J. Koenig*¹⁾ gibt für Weißkohl im Mittel 1,83 %, für Rotkohl gleichfalls 1,83 %, für Winterkohl 3,99, Rosenkohl 4,83, Blumenkohl 2,48, Spinat 3,71, Spargel 1,95 % „Stickstoffsubstanzen“ an, wobei aber zu bemerken ist, daß nur ein Teil davon — meist allerdings der weitaus größere Teil — aus Proteinstoffen, der andere Teil dagegen aus verschiedenen Amiden (Aminosäuren, insbesondere Asparagin) besteht. Dazu kommt, daß die Menge des verfügbaren Gemüses und sein Preis die Erhöhung unserer Eiweißration gleichfalls ungünstig beeinflussen.

Es ist daher für unsere Volksernährung sehr wichtig, daß bis zur Einbringung der nächsten Ernte und bis zur Erhöhung des Fleischkonsums, die erst im Oktober oder November zu erwarten ist, auch noch andere Eiweißquellen, die uns das Pflanzenreich zur Verfügung stellt, möglichst ausgenützt werden. Es kann sich dabei nur um pflanzliche Vegetationsorgane, Stengel- und Laubblätter handeln, die noch eiweißreicher sind, als die eiweißreichsten Gemüse, die wir in Deutschland bauen, die in sehr großer Menge leicht und billig zu beschaffen sind und deren Genuß mit keiner Gefährdung der Gesundheit und überhaupt mit keinerlei Unzuträglichkeiten verknüpft ist.

Vegetationsorgane, die diesen Bedingungen entsprechen, sind die *Laubblätter verschiedener Leguminosen*, insbesondere der *Luzerne* und noch einiger anderer häufig gebauter *Kleearten*.

Die *Luzerne* (*Medicago sativa* L.), auch Schnecken-, Monats-, Dauerklee genannt, ist bekanntlich eine in ganz Europa mit Ausnahme der arktischen Gebiete, in Vorder- und Mittelasien vielkultivierte Leguminose. Dank ihres raschen Wachstums und ihrer großen Assimilationskraft kann sie bei uns jährlich drei- bis viermal gemäht werden. *Dietrich* und *Koenig* (Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel, 2. Auflage,

I. Bd.) geben für ganz junge, handhohe Pflanzen einen mittleren Gehalt an Stickstoffsubstanzen von 6,25 % an, vor und zu Anfang der Blüte einen solchen von 4,56 %. Sehr bemerkenswert ist, daß die Blätter um vieles reicher an Stickstoffsubstanzen sind als die Stengel. Erstere enthielten, am 24. April geerntet, 8,1 %, letztere nur 3,1 %, nach dem zweiten Schnitt am 22. Mai betrugen diese Werte 8,8 und 3,3 %. Wenn man daher die Blätter der Luzerne mit denen des Spinates und der eiweißreicheren Kohlarten vergleicht, so ergibt sich, daß ihr Gehalt an Stickstoffsubstanzen ungefähr doppelt so groß ist, als der der genannten Gemüse.

Man kann den relativ großen Eiweißgehalt der Luzerneblätter mit Hilfe des bekannten Millonschen Reagens (sowie auch anderer Eiweißproben) leicht auch ad oculos demonstrieren. Wenn man nach dem von *Molisch*¹⁾ empfohlenen Verfahren das Blatt zunächst eine Minute lang in siedendes Wasser taucht, dann in warmem Alkohol das Chlorophyll auszieht, bis das Blatt weiß erscheint, und es dann in frisch bereitetes Millonsches Reagens bringt, so färbt es sich nach mehreren Stunden *dunkelziegelrot*. Ausgewachsene Luzerneblätter zeigen eine etwas intensivere Färbung als junge unausgewachsene. Ein in gleicher Weise behandeltes Rotkohlblatt wurde trotz seiner bedeutend größeren Dicke weniger intensiv gefärbt, als die Luzerneblätter. Bedeutend heller ziegelrot färbten sich ausgewachsene, jüngere und ältere Spinatblätter.

Für die Ernährungszwecke des Menschen wird man die Stengel der Luzerne nicht nur wegen ihres relativ geringen Gehaltes an Stickstoffverbindungen ausschalten, sondern vor allem deshalb, weil sie reich an Bast- und Holzfasern sind. Bei der anatomischen Untersuchung der ausgewachsenen Stengel ergibt sich nämlich, daß die zahlreichen Gefäßbündel ziemlich mächtige Bastbelege aufweisen, deren Mittellamellen mäßig verholzt sind. Eine sehr starke Verholzung (Rotfärbung mit Phlorogluzin und Salzsäure) zeigen die Wandungen der Gefäße und des Libriforms, von dem nur die innersten Zelllagen nicht verholzte Verdickungsschichten besitzen.

Die Laubblätter sind beiderseits mit einer zartwandigen Epidermis versehen. Sogar die Epidermis-Außenwände sind nur 0,0025 mm dick und besitzen eine ganz zarte Kutikula. Die hohe Palissadenzellschicht, sowie auch das dicht gebaute Schwammparenchym sind überaus reich an Chlorophyllkörnern, die wohl in erster Linie den Eiweiß-

¹⁾ *J. Koenig*, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel Bd. I, 4. Aufl., Berlin 1904.

¹⁾ *H. Molisch*, Die Eiweißproben, makroskopisch angewendet auf Pflanzen, Zeitschrift für Botanik, Jahrgang 8, 1916, Heft 2.

reichtum der Blätter bedingen. Wie nämlich *Molisch* a. a. O. vor kurzem makro- und mikrochemisch gezeigt hat, steckt die Hauptmasse des Eiweißes der Blätter in den Chlorophyllkörnern.

Sehr günstig für den Genuß der Laubblätter ist, daß die Blättchenmittelrippe nur auf der Unterseite des Gefäßbündels einen mechanischen Beleg aufweist, der nicht aus Bastzellen, sondern nur aus schwach verdickten Kollenchymzellen besteht, deren Wände bekanntlich nicht verholzt sind. In den Sekundärnerven sind die Gefäßbündel allerdings beiderseits mit schwach verholzten Bastbelegen versehen, doch bestehen diese auf dem Querschnitte oberseits nur aus 4—7, unterseits aus 7—10 Zellen. Man darf demnach das ganze Blatt als arm an mechanischen Fasern bezeichnen.

Auf der Blattunterseite treten gleichmäßig verteilt in spärlicher Anzahl etwa 1 mm lange und 0,012 mm dicke, spitze und mit stark verdickten Zellwänden versehene Haare auf, die, abgesehen von der der zarten Kutikula, die kleine Knötchen trägt, aus reiner Zellulose bestehen, also weder verholzt noch kutinisiert sind. Es ist ganz ausgeschlossen, daß diese geschmeidigen Härchen die Genießbarkeit der Luzerneblätter beeinträchtigen könnten.

Im Anschluß an die Besprechung des anatomischen Baues der Luzernestengel und -blätter möge die für die Beurteilung ihrer Verwertbarkeit als menschliches Nahrungsmittel wichtige Frage nach ihrem Gehalte an unverdaulicher Rohfaser beantwortet werden. Was bei der chemischen Analyse gewöhnlich als „Rohfaser“ bezeichnet wird, sind die schwerer löslichen Zellulosen, insbesondere die verholzten und kutinisierten (verkorkten) Zellwände. *Dietrich* und *Koenig* geben für ganz junge, handhohe Luzernepflanzen einen mittleren Rohfasergehalt von 4,36 %, für Pflanzen vor und zu Beginn der Blüte einen solchen von 6,82 % an. Am 24. April geerntete Blätter wiesen 4,1, am 22. Mai (zweiter Schnitt) geerntete 6,1 % auf, während die Stengel nur 3,9 und 5,4 % Rohfaser enthielten. Letztere Angaben können aber, wie die anatomische Untersuchung lehrt, unmöglich richtig sein, da, von den ganz jungen Stengelteilen abgesehen, die Stengel weit mehr verholzte Fasern (Bast- und Libriformzellen) besitzen, als die Blätter. Ich habe deshalb am 2. Juni geerntete Luzernepflanzen nach der *Weender* Methode auf ihren Rohfasergehalt hin geprüft und zur Analyse die 5 cm langen Zweigspitzen mit ihren Blättern und Blütenknospen sowie alle Blattspreiten der betreffenden Stengel benützt, also jene Organe und Organteile, die als Nahrung allein in Betracht kommen. Es ergab sich ein Rohfasergehalt von 4,52 %. Das ist nun allerdings bedeutend mehr, als der Rohfasergehalt des Winterkohls (1,88 %), des Rotkohls (1,29 %), des Spinats (0,94 %) und des Spargels (1,15 %). Da es sich aber dabei hauptsächlich um faserförmige Elemente (Bast- und Libriformzellen, Tracheiden)

handelt, so läßt sich diesem Übelstande bei der Zubereitung leicht bis zu einem gewissen Grade abhelfen, indem man die gekochten und zerkleinerten Stengel und Blätter durch ein genügend feines Haarsieb treibt. Übrigens werden beim Spargelgenuß auch dann relativ reichlich faserförmige und verholzte Zellen ohne jede Belästigung aufgenommen, wenn vorher durch Schälen der Sprosse der periphere Bastzylinder entfernt wird: den zahlreichen über den Querschnitt des Stengels zerstreuten Gefäßbündeln mit ihren stark verholzten Gefäßen sind auf den Leptomseiten dünnwandige langgestreckte Zellen in mehreren Schichten vorgelagert, deren Wände verholzt sind, und die demnach im Kote fast unverändert wieder erscheinen.

Was schließlich die sogenannten stickstofffreien Extraktstoffe anlangt, die im wesentlichen aus Zucker, Stärke, Hemizellulosen und Pentosanen bestehen, so schwanken die Angaben der Analytiker in hohem Maße; das ist auch begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Laubblätter frühmorgens stärkefrei, gegen Abend dagegen stärke-reich sind. Jüngere Pflanzen enthalten nach *Dietrich* und *Koenig* 4,2—8,42 % N-freie Extraktstoffe; die Blätter, für die oben der Gehalt an Stickstoffsubstanzen und Rohfaser angegeben wurde, wiesen 8,5 % auf. Winterkohl enthält nach *Koenig* 11,63 %, Rosenkohl 6,22 %, Rotkohl 5,86 %, Spinat 3,61 %, Spargel 2,40 % N-freie Extraktstoffe (einschließlich Zucker). Die Luzerne übertrifft also auch in dieser Hinsicht die meisten Gemüse. Der Gehalt an Rohfett beträgt vor und zu Anfang der Blüte im Mittel 0,83 %, d. i. fast so viel wie beim Winterkohl (0,90 %) und mehr als beim Rosenkohl (0,46 %), beim Rotkohl (0,19 %), beim Spinat (0,50 %) und beim Spargel (0,14 %).

Mit einigen Worten sei jetzt noch die Zubereitungsweise des neuen Gemüses geschildert. Anfang Juni wurden vom Luzernebeet des Pflanzenphysiologischen Instituts der Berliner Universität 25 Stengel etwa 10 cm über dem Erdboden abgeschnitten. Ihre Länge betrug 58—85 cm, das Gesamtgewicht 322 g. Sie besaßen 164 Seitenzweige von mehr als 2 cm Länge. Zur Bereitung des Gemüses wurden die Spitzen der Hauptäste und Seitenzweige bis zu 5 cm Länge und sämtliche Blätter (ohne die Blattstiele) verwendet; ihr Gewicht betrug 128 g, d. s. fast 40 % des Gesamtgewichtes. Wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, können junge Stengel von der angegebenen Länge unbedenklich verwendet werden, da die Bastbelege der Gefäßbündel in einer Entfernung von 5 cm von der Spitze sich noch im kollenchymatischen Stadium befindet, also nicht verholzt sind. Ein Libriformring ist noch nicht ausgebildet. Die Blätter und Stengelspitzen wurden mehrmals abgebrüht und das Wasser gewechselt, um den etwas bitteren Geschmack zu beseitigen, dann wurde fein gewiegt, durch ein Haarsieb gepreßt und bei der weiteren Zubereitung in der üblichen Weise (wie mit Spinat) verfahren. Die

mikroskopische Untersuchung ergab einen überraschend weitgehenden Zerfall der Gewebe, insbesondere des Palissaden- und Schwammparenchyms in die einzelnen Zellen. Die Verdauungsenzyme werden sonach durch die zarten Zellwände mit Leichtigkeit in das Innere der Zellen eindringen.

Dieses Luzernegemüse hatte einen angenehmen, leicht bitteren Geschmack, es erinnerte mich an „Kochsalat“, wie er in Süddeutschland, besonders in Österreich, häufig und gern genossen wird. Wer davon aß, stimmte *Leunis* bei, der in seiner „Synopsis der Pflanzenkunde“ von der Luzerne sagt: „Sie ist sogar als schmackhaftes Frühlingsgemüse empfohlen.“

Im Deutschen Reiche waren 1893 und 1900 etwa 160 000 ha in freiem Felde mit Gemüse bebaut¹⁾. Nimmt man mit *A. Schulte* an, daß in den Haus- und Obstgärten ebenfalls 160 000 ha mit Küchengewächsen bestellt waren, so ergibt sich für den Gemüsebau ein Gesamtareal von 320 000 ha. Nach demselben Autor (a. a. O. S. 44) waren im Deutschen Reiche 1913 251 000 ha mit Luzerne bepflanzt, d. s. 78 % der mit Gemüse bebauten Bodenfläche. Man sieht daraus, welch ein enormer Zuwachs an relativ sehr nahrhaftem und billigem Gemüse für die Volksernährung sich ergeben würde, wenn nur ein Bruchteil der Luzernernte für die menschliche Ernährung Verwendung finden könnte. Ob und wie dies wirtschaftlich durchführbar wäre, entzieht sich meiner Beurteilung. Doch sollte man meinen, daß in Zeiten der Not manche Schwierigkeiten zu bekämpfen sein müßten, die unter normalen Verhältnissen hindernd im Wege stehen würden.

Es ist jetzt noch die Frage zu beantworten, ob auch die Stengel und Blätter anderer Leguminosen als Gemüse benützt werden können. Man wird diese Frage bezüglich der übrigen *Medicago*-Arten (*M. falcata* L., schwedische oder gelbe Luzerne, *M. media* Pers., Große Sandluzerne, *M. lupulina*, Hopfenluzerne) unbedenklich bejahen dürfen. Für *M. lupulina* wird zu Beginn der Blüte auf ungedüngtem Ackerboden ein Gehalt von 4,48 %, in der Blüte vom natürlichen Standort ein solcher von 5,62 % Stickstoffsubstanzen angegeben. Die Blätter allein sind zweifellos noch eiweißreicher. Auch die *Esparsette* (*Onobrychis sativa* Lam.) kommt, vielleicht in Betracht, obgleich die Bastbelege der Gefäßbündel in den Blattspalten etwas stärker sind als bei der Luzerne. Für den weißen *Steinklee* (*Melilotus alba* L.) werden 3,28 und 5,67 % Stickstoffsubstanzen angegeben. Der *Hornklee* (*Trigonella Foenum graecum* L.) wird in Vorderindien, Ägypten, Südfrankreich, in Thüringen und dem Vogtlande gebaut; die jungen Triebe dienen in Indien und Ägypten als ein beliebtes Gemüse. Am nächsten würde es natürlich liegen, den gewöhnlichen Rot- oder Wiesenklee

(*Trifolium pratense* L.) und seine nächsten Verwandten als Gemüse zu verwenden, da die damit bebaute Bodenfläche im Deutschen Reiche 1913 nicht weniger als 1 987 000 ha betrug. Allein die mikroskopische Untersuchung ergab kein ermutigendes Resultat. Die Stengel des Rotklee besitzen mächtige, stark verholzte Bastbelege vor den Gefäßbündeln und zwischen diesen ebenfalls stark verholzte Libriformbrücken. In den ausgewachsenen Blattspalten sind auch die Gefäßbündel der Sekundärnerven mit beiderseitigen Bastbelegen versehen, die auf dem Querschnitt aus 10—12 Zellen bestehen. Die Palissadenschicht und das 5schichtige Schwammparenchym sind wieder überaus chlorophyllreich. In jüngeren unausgewachsenen Blättern (Länge der Teilblättchen etwa 2 cm), für die *Dietrich* und *Koenig* 5,85—7,19 % Stickstoffsubstanzen angeben, sind die Bastbelege der Sekundärnerven bereits sehr dickwandig, wenn auch noch kollenchymatisch; die Epidermis ist schon ziemlich derb gebaut. Wollte man demnach Wiesenklee als Gemüse benutzen, so dürfte man nur noch jüngere, in der Knospenlage befindliche Blätter auswählen, was zu umständlich und wohl auch zu teuer wäre. —

Die Anregung, Leguminosenblätter, insbesondere die der Luzerne, als relativ eiweißreiches Gemüse zu genießen, ist, wie ich glaube, nicht nur jetzt im Kriege beachtenswert. Sie kann auch in den kommenden Friedenszeiten noch Nutzen stiften, wenn unsere Fleischtöpfe wieder gefüllt sein werden.

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie*).

Von Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg.

Am Ende des vorigen Jahres hat *A. Einstein* eine Theorie der Gravitation auf Grund eines allgemeinen Prinzips der Relativität aller Bewegungen zum Abschluß gebracht. Sein Weg führt

*) Die Schwierigkeit des Gegenstandes macht es unmöglich, im Rahmen eines Zeitschriftenaufsatzes mehr zu tun, als die leitenden Gedanken herauszuheben, und, ihres mathematischen Gewandes so weit wie möglich entkleidet, wiederzugeben. Trotz des großen Umfanges des Aufsatzes werden die an dem Thema besonders Interessierten daher mancherlei weitere Belehrung verlangen über damit zusammenhängende Fragen, die teils vor das Forum des Philosophen und des Mathematikers, teils vor das des Physikers und des Astronomen gehören. Aus diesem Grunde wird der Aufsatz auch als Sonderdruck veröffentlicht werden: durch einen Anhang erweitert, wird er in Anmerkungen diejenigen physikalischen und mathematischen Ergänzungen und Literaturhinweise bringen, die der Leser mutmaßlich zuerst verlangen wird. Diese Anmerkungen in irgendeiner Form noch mit dem vorliegenden Aufsatz zu verbinden, verbietet die Rücksicht auf seinen ohnedies sehr großen Umfang und auf die Interessen derjenigen Leser, die seinem Gegenstande gar zu ferne stehen. — Der Sonderdruck wird in einigen Wochen als Broschüre im Verlage von Julius Springer erscheinen.

Die Schriftleitung.

¹⁾ *A. Schulte im Hofe*, Die Welterzeugung von Lebensmitteln und Rohstoffen usw., Beihefte zum Tropenpflanzer Bd. XVI, Nr. 1/2, 1916, S. 13.

über manches Opfer an althergebrachten Anschauungen, dafür aber zu einem Standpunkt, der seit langem vielen, die sich mit den Grundlagen der theoretischen Physik befaßten, als äußerstes Ziel vorgeschwebt hat. Aber gerade die *Art* der erforderlichen Opfer ist dazu angetan, nicht Mißtrauen, sondern Zutrauen zu dieser Theorie zu erwecken, denn das seit Jahrhunderten erfolglose Bemühen, die Lehre von der Gravitation befriedigend in die Naturwissenschaften einzuordnen, mußte zu der Erkenntnis führen, daß dies nicht ohne Zugeständnisse an manche, fest wurzelnde Anschauung möglich sein würde. In der Tat geht *Einstein* bis auf die Grundpfeiler der Mechanik zurück, um dort seine Theorie zu verankern, und begnügt sich nicht mit einer lediglich formalen Umformung des Newtonschen Gesetzes, um den Anschluß an die neueren Anschauungen zu gewinnen.

Um zum Verständnis der Einsteinschen Ideen vorzudringen, muß man die prinzipiellen Gesichtspunkte, die ihn geleitet haben, mit dem Standpunkt der klassischen Mechanik denselben Fragen gegenüber vergleichen. Man erkennt dann, wie von dem *speziellen* Relativitätsprinzip¹⁾ eine logische Entwicklung zu dem *allgemeinen* und zugleich zu einer Theorie der Gravitation führt.

1.

Zwei Forderungen prinzipieller Natur bei der mathematischen Formulierung der Naturgesetze.

Als *Newton* ein einfaches und fruchtbares Gesetz über die Kraftwirkung solcher Körper aufeinander aufgestellt hatte, die aufeinander einzuwirken schienen, obwohl sie (wie z. B. die Gestirne) nicht sichtbar miteinander verbunden waren, lehnten *Huygens* und *Leibniz* dieses Gesetz ab, weil es einer Grundforderung, die man an jedes physikalische Gesetz stellen müsse, nicht entspräche: der Forderung der *Kontinuität* (Stetigkeit der Kraftübertragung, Nahewirkung). Wie sollten zwei Körper aufeinander wirken ohne ein die Wirkung übertragendes Medium? In der Tat war das Bedürfnis nach einer befriedigenden Antwort auf diese Frage so groß, daß man, um ihm zu genügen, schließlich die Existenz eines das ganze Universum erfüllenden und alles durchdringenden Stoffes, des Weltäthers, annahm, obwohl dieser Stoff zu ewiger Unsichtbarkeit und Unfühlbarkeit, also zur *Unbeobachtbarkeit*, verdammt schien, und man ihm auch sonst allerlei einander widersprechende Eigenschaften zuschrei-

ben mußte. Mit der Zeit erhob man aber im Gegensatz zu solchen Annahmen immer entschiedener die Forderung, daß bei der Formulierung der Naturgesetze *nur solche Dinge* miteinander zu verknüpfen seien, die tatsächlich der *Beobachtung* unterliegen, eine Forderung, die unzweifelhaft der gleichen Quelle des Erkenntnistriebes entspringt wie diejenige der Nahewirkung, und die dem Kausalitätsprinzip erst den wahren Charakter eines Gesetzes für die *Erfahrungswelt* verleiht.

In der Verknüpfung und konsequenten Erfüllung dieser zwei Forderungen liegt nun, glaube ich, ein Kernpunkt der Einsteinschen Forschungsart; sie verleiht seinen Ergebnissen die tief greifende Bedeutung für die Gestaltung des physikalischen Weltbildes. In dieser Hinsicht werden seine Bestrebungen auch wohl bei den Naturforschern nirgends auf prinzipiellen Widerspruch stoßen, denn beide Forderungen: die der Kontinuität und die der kausalen Verknüpfung von lediglich beobachtbaren Dingen in den Naturgesetzen, sind naturgemäß; es könnte höchstens bezweifelt werden, ob es *zweckmäßig* ist, auf solche fruchtbaren Hilfsvorstellungen wie die „Fernkräfte“ zu verzichten.

Das Prinzip der Relativität aller Bewegungen ist nun ein spezieller Fall der zweiten Forderung, nämlich ihre Anwendung auf die Grundanschauungen der Mechanik. In der Tat beobachten wir nur die Bewegungen von Körpern *relativ* zueinander, die klassische Mechanik arbeitet aber seit *Newton* mit dem Begriff der *absoluten* Bewegung eines Körpers im Raum. Erst *Einstein* ist es gelungen, sie von solchen unnatürlichen Vorstellungen ganz zu befreien.

Die unbedingte Durchführung des Prinzips der Kontinuität und des Prinzips der Relativität in seiner allgemeinsten Fassung greift tief in die Frage der mathematischen Formulierung der Naturgesetze ein. Deshalb ist es erforderlich, eine Betrachtung prinzipieller Natur über diese Frage vorzuschicken.

2 a.

Festsetzung eines Maßstabes für den starren Abstand zweier unendlich benachbarter Punkte in der dreidimensionalen Mannigfaltigkeit der Raumpunkte.

Die mathematische Formulierung eines Naturgesetzes geschieht durch die Aufstellung einer Formel. Sie umfaßt und ersetzt durch eine Gleichung das Ergebnis sämtlicher Messungen, die den Ablauf des betreffenden Vorganges zahlenmäßig wiedergeben würden. Solche Formeln wenden wir nicht allein dann an, wenn wir tatsächlich die Mittel in der Hand haben, das Ergebnis der Rechnungen durch Messungen jederzeit nach Belieben zu kontrollieren, sondern auch dann, wenn die entsprechenden Messungen praktisch

¹⁾ Unter dem „speziellen“ Relativitätsprinzip soll das von *Einstein* in seiner Arbeit „Zur Elektrodynamik bewegter Medien“ aufgestellte Relativitätsprinzip verstanden werden. Dasselbe beschränkt die Relativität der Bewegungen auf gleichförmige Translationen, ebenso wie das Relativitätsprinzip der Galilei-Newtonschen Mechanik. Es berücksichtigt aber in den Transformationsgleichungen die Konstanz der Vacuum-Lichtgeschwindigkeit.

nicht ausführbar sind, sondern nur ausführbar *gedacht* werden, so z. B., wenn man von dem Abstände des Mondes von der Erde spricht und ihn in Metern ausdrückt, wie wenn es wirklich möglich wäre, durch fortgesetztes Anlegen eines Meterstabes ihn auszumessen. Mit diesem Hilfsmittel der Analysis haben wir den Bereich exakter wissenschaftlicher Forschung weit über den uns tatsächlich zugänglichen Meßbereich ausgedehnt, und zwar sowohl nach der Grenze des Unmeßbar-Großen wie des Unmeßbar-Kleinen hin. Wir haben uns damit zugleich eine symbolische Darstellung geschaffen, die frei von zufälligen und ausgesprochen anthropomorphen Fesseln die Vorgänge in ihrer Abhängigkeit von den verschiedenartigen Messungen, wie z. B. den Raum- und Zeitmessungen, wiedergibt. Die Schaffung geeigneter mathematischer Ausdrücke, die als Symbole für bestimmte physikalische Meßgrößen, wie z. B. *Länge* eines Stabes, *Volumen* eines Würfels usw., eingesetzt werden können, um dann der Analysis gleichsam alle Verantwortung für die weiteren Folgerungen zu überlassen, ist nun ein Grundproblem der theoretischen Physik und steht in enger Beziehung zu den beiden Forderungen, von denen wir zu Anfang sprachen. Um das einzusehen, muß man auf *Riemanns* Habilitationsschrift aus dem Jahre 1854 „Über die Hypothesen; welche der Geometrie zugrunde liegen“ zurückgehen. In ihr weist *Riemann* fast prophetisch auf die Wege hin, die *Einstein* jetzt beschritten hat.

Jeder Punkt im Raume ist durch drei Zahlen x_1, x_2, x_3 , die wir z. B. als die Maßzahlen eines rechtwinkligen Koordinatensystems auffassen können, eindeutig unter allen übrigen Punkten ausgezeichnet; durch kontinuierliches Verändern dieser drei Zahlen kann man alle Raumpunkte erhalten. Das System der Raumpunkte stellt, wie man sich ausdrückt, eine „mehrfach ausgedehnte Größe“ (Mannigfaltigkeit) dar, zwischen deren einzelnen Elementen (Punkten) ein kontinuierlicher Übergang möglich ist. Wir kennen noch andere kontinuierliche „Mannigfaltigkeiten“, z. B. das System der Farben, das System der Töne u. a. m. Ihnen allen ist gemein, daß die Festlegung eines Elementes innerhalb der gesamten Mannigfaltigkeit (eines bestimmten Punktes, einer bestimmten Farbe, eines bestimmten Tones) eine charakteristische Zahl von Größenangaben erfordert; diese Zahl nennt man die *Dimension* der betreffenden Mannigfaltigkeit. Sie beträgt für den Raum „drei“ (für die Fläche „zwei“, für die Linie „eine“). Auch das System der Farben ist eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit der Dimension „drei“, entsprechend der Dreizahl der Grundfarben Rot, Grün, Violett, durch deren Zusammensetzung jede Farbe hergestellt werden kann.

Mit der Annahme des stetigen Überganges von einem Element zu einem andern innerhalb derselben Mannigfaltigkeit und mit der Angabe ihrer Dimension ist aber über die Möglichkeit der Ver-

gleichung verschiedener, gegeneinander abgegrenzter Teile der betreffenden Mannigfaltigkeit, d. h. über die in ihr geltenden „Maßverhältnisse“, noch nichts ausgesagt; vielmehr müssen hierfür erst der Erfahrung Tatsachen entnommen werden, um für die jeweilig vorliegende Mannigfaltigkeit (Raumpunkte, Farben, Töne) die physikalisch gültigen Maßgesetze aufzustellen; diese werden also, je nachdem welche Erfahrungstatsachen dazu herangezogen werden, verschieden ausfallen können.

Im Raum ist die Erfahrungstatsache der freien Beweglichkeit *endlicher starrer* Punktsysteme und der daraus abgeleitete Begriff der „Kongruenz“ das befruchtende Moment für eine Maßbestimmung geworden¹⁾. Dadurch werden wir vor die Aufgabe gestellt, aus den

¹⁾ Die freie Beweglichkeit endlicher starrer Körper läßt sich am anschaulichsten im Gebiete des Zweidimensionalen erläutern. Denken wir uns auf einer *Kugel* oder *Ebene* je ein Dreieck gezeichnet, auf ersterem durch Bögen größter Kreise begrenzt, auf der Ebene durch gerade Linien, so kann man diese Dreiecke längs beider Oberflächen nach Belieben verschieben und kann sie mit anderen zur Deckung bringen, ohne daß sich dabei die Längen der Seiten und die Winkel verändern. Dies ist, wie *Gauß* nachgewiesen hat, möglich, weil die *Krümmung* an jeder Stelle der Kugel bzw. Ebene den gleichen Betrag hat, wie an jeder anderen Stelle. Und doch ist die Geometrie auf der *Kugel* eine andere als die auf der *Ebene*, weil diese beiden Gebilde nicht ohne Zerrung aufeinander abwickelbar sind. Auf *beiden* lassen sich die planimetrischen Figuren frei bewegen, und es gelten infolgedessen auf ihnen Kongruenzsätze. Bestimmte man dahingegen auf irgendeiner eiförmigen Fläche ein Dreieck durch die drei kürzesten Verbindungslinien dreier Punkte auf ihr, so käme zutage, daß an verschiedenen Stellen dieser Oberfläche sich Dreiecke mit gleichen Seitenlängen zwar konstruieren lassen; dieselben schließen jedoch andere Winkel als die entsprechenden Seiten des Ausgangsdreiecks ein, und infolgedessen wären solche Dreiecke mit gleichen Seitenlängen nicht kongruent. Auf einer eiförmigen Fläche sind also die Figuren nicht ohne Dimensionsänderung verschiebbar, und man gelangt bei dem Studium der geometrischen Verhältnisse auf ihr nicht zu Kongruenzsätzen der bekannten Art. Ganz analoge Betrachtungen lassen sich im Drei- und Vierdimensionalen anstellen, aber natürlich nicht veranschaulichen. Verlangen wir, daß im Raum die Körper ohne Dimensionsänderungen frei beweglich sein sollen, so muß die „*Krümmung*“ des Raumes an jeder Stelle die gleiche sein. Der Begriff der *Krümmung* einer mehr als zweidimensionalen Mannigfaltigkeit läßt sich dabei mathematisch streng formulieren; die Bezeichnung weist nur auf ihre analoge Bedeutung, wie sie dem Begriffe der *Krümmung* einer Fläche zukommt, hin. Auch im Dreidimensionalen lassen sich verschiedene Fälle unterscheiden, wie die der Kugel oder Ebene im Zweidimensionalen. Der Kugel entspricht ein nichteuklidischer Raum konstanter positiver *Krümmung*, der Ebene der euklidische Raum der *Krümmung* Null. In beiden Räumen lassen sich die Körper ohne Dimensionsänderung frei bewegen; aber der euklidische Raum ist zugleich unendlich ausgedehnt, während der „sphärische“ Raum zwar unbegrenzt, wie die Oberfläche der Kugel, aber nicht unendlich ausgedehnt ist. Man findet diese Fragen in dem bekannten Aufsatz von *Helmholtz* „Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome“ (Vorträge und Reden Bd. 2, S. 1) außerordentlich schön und ausführlich dargestellt.

Zahlen x_1, x_2, x_3 und $x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3$, welche zwei bestimmte Punkte im Raum bezeichnen, einen mathematischen Ausdruck zu bilden, der als Maß für ihren gegenseitigen starren Abstand angesehen und als solcher in die Formeln für die Naturgesetze eingeführt werden kann. In den Naturgesetzen treten nun, wenn sie Differentialgesetze sind, was wir auf Grund des Prinzips, der „Kontinuität“, fordern, nur die Abstände unendlich benachbarter Punkte, sog. *Linienelemente*, auf. Wir haben darum zu fragen, ob unsere beiden Forderungen auf den analytischen Ausdruck für das *Linienelement* irgendwie von Einfluß sind und welcher analytische Ausdruck für dasselbe mit beiden verträglich ist. Riemann verlangt, daß jedes Linienelement seiner Länge nach unabhängig von Ort und Richtung mit jedem anderen verglichen werden kann; dies ist ein charakteristisches Merkmal der Maßverhältnisse im Raum. (Er formuliert diese Forderung mit den Worten, „daß die Linien unabhängig von der Lage eine Länge besitzen und jede Linie durch eine andere meßbar sein soll.“) Er findet: bezeichnen x_1, x_2, x_3 bzw. $x_1 + d x_1, x_2 + d x_2, x_3 + d x_3$ zwei unendlich nahe Raumpunkte und die kontinuierlich veränderlichen Zahlen x_1, x_2, x_3 irgendwelche Abmessungen (nicht etwa speziell geradlinige Koordinaten), so besitzt die Quadratwurzel aus einer ständig positiven, ganzen, homogenen Funktion zweiten Grades der Differentiale $d x_1, d x_2, d x_3$ alle Eigenschaften, welche das Maß für die Länge des Linienelementes aufweisen muß. Man wird also in dem Ausdruck:

$$d s = \sqrt{g_{11} d x_1^2 + g_{12} d x_1 d x_2 + \dots + g_{33} d x_3^2},$$

in welchem die Koeffizienten $g_{\mu\nu}$ stetige Funktionen der drei Veränderlichen x_1, x_2, x_3 sind, ein solches Maß für die Länge des Linienelements im Punkte x_1, x_2, x_3 besitzen. In demselben ist über die Art der Ausmessung des Raumes durch die drei Veränderlichen x_1, x_2, x_3 überhaupt keine Voraussetzung gemacht. Fordert man jedoch speziell, daß ein jeder Punkt durch rechtwinklige Cartesische Koordinaten x, y, z festgelegt werden kann, so nimmt der Ausdruck für das Linienelement in diesen speziellen Veränderlichen die Gestalt

$$d s = \sqrt{d x^2 + d y^2 + d z^2}$$

an. Dieser Ausdruck ist bisher stets als Maß für die Länge des Linienelements in alle physikalischen Gesetze eingeführt worden, da es die Verwendung der Gesetze der euklidischen Geometrie für alle Raummessungen zuläßt. Er beruht aber, wie insbesondere *Helmholtz*¹⁾ eingehend diskutiert hat, auf der Hypothese, daß *endliche* starre Punktsysteme, also *endliche* starre Abstände, im Räume

frei beweglich sind und mit anderen (kongruenten) Punktsystemen zur Deckung gebracht werden können (s. vorige Fußnote). Vom Standpunkt der Forderung der *Kontinuität* ist diese Hypothese insofern inkonsequent, als sie Aussagen über *endliche* Abstände in reine Differentialgesetze, in denen nur *Linienelemente* auftreten, einführt. An sich stünde uns aber jederzeit frei, die bisherigen Voraussetzungen, welche dem Linienelement die euklidische Gestalt zu erteilen erlauben, beizubehalten, solange man eben nur die erste der beiden obigen Forderungen (Kontinuität) im Auge behält. Diese Voraussetzungen besagen, daß die Veränderlichen (x_1, x_2, x_3) jederzeit so wählbar sind, daß die Koeffizienten $g_{\mu\nu}$ ($\mu, \nu = 1, 2, 3$) des Linienelementes von ihnen unabhängige Konstanten werden; in die Gestalt von Differentialausdrücken¹⁾ gebracht, hätte man dieselben dann als ständig erfüllte Voraussetzungen an die Spitze aller Betrachtungen zu setzen. Wie die Riemannschen Entwicklungen zeigen, handelt es sich hierbei um eine Reihe recht komplizierter Relationen, und es erscheint darum sehr fraglich, ob man dieselben in der Natur tatsächlich immer und überall erfüllt finden wird.

Anders stellt sich die zweite Forderung, diejenige der *Relativität aller Bewegungen*, zu der oben erwähnten Alternative gegenüber dem Ausdruck für das Linienelement: *Nach dem Prinzip der Relativität aller Bewegungen müssen alle Systeme, die durch Relativbewegungen der Körper gegeneinander zustande kommen, als völlig gleichberechtigt gelten können. Die Naturgesetze müssen also beim Übergange von einem solchen System zu einem andern ihre Gestalt bewahren; d. h. die diesen Übergang bewerkstellenden Transformationen der Veränderlichen (x_1, x_2, x_3) in andere dürfen den analytischen Ausdruck für das betrachtete Naturgesetz nicht verändern.*

(Streng genommen müßte ich schon hier vorwegnehmen, daß die obigen Überlegungen in durchsichtiger Weise verallgemeinert eigentlich auch für die vierdimensionale *Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit* gelten, in der sich ja in Wahrheit alle Vorgänge abspielen, und die Transformationen sich auf die vier Veränderlichen derselben beziehen. Bei diesen allgemein gehaltenen Überlegungen hat jedoch die Vernachlässigung der vierten Dimension nichts zu besagen. Eine Begründung dieses Umstandes folgt Abschnitt 2 b.)

Da wir mit allen möglichen Relativbewegungen der Körper gegeneinander rechnen müssen, so wird das allgemeine Prinzip der Relativität verlangen, daß die Naturgesetze und damit auch das in ihnen auftretende Linienelement *beliebigen* Transformationen der Veränderlichen gegenüber invariant sind, d. h. ihre Gestalt bewah-

¹⁾ *Helmholtz*, Über die tatsächlichen Grundlagen der Geometrie, Wiss. Abh. 2, S. 610 und Über die Tatsachen, welche der Geometrie zugrunde liegen, Wiss. Abh. 2, S. 618.

¹⁾ S. A. Einstein, Die formalen Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, Sitz.-Ber. d. Kgl. Pr. Akad. d. Wiss. 1916, XLI, S. 1080.

ren. Dieser Forderung wird nun in der Tat das allgemeine Linienelement

$$ds = \sqrt{g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{33} dx_3^2}$$

gerech. In ihr war auch über die Ausmessung des Raumes durch die Veränderlichen x_1, x_2, x_3 keine Beschränkung irgendwelcher Art gemacht worden. Das euklidische Linienelement

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$$

bewahrt seine Gestalt dagegen nur bei den Transformationen der speziellen Relativitätstheorie, die ihren Geltungsbereich lediglich auf gleichförmig gegeneinander bewegte Systeme beschränkt. Die Erfahrung lehrt uns jedoch täglich, daß sich die Körper infolge ihrer Gravitationswirkung ständig in beschleunigter Bewegung gegeneinander befinden. Die Relativität aller Bewegungen ist demgemäß mit den Voraussetzungen der euklidischen Maßbestimmung in den Differentialgesetzen der Physik nicht zu vereinen.

Die Annahme des allgemeinen Ausdruckes:

$$ds^2 = \sum_{i,j} g_{ij} dx_i dx_j$$

als Maß für die Länge des Linienelementes in den Naturgesetzen ist trotz seiner großen Allgemeinheit doch als eine Hypothese aufzufassen, wie schon Riemann ausdrücklich hervorhebt. Denn auch andere Funktionen der Differentiale dx_1, dx_2, dx_3 , z. B. die vierte Wurzel aus einem homogenen Differentialausdruck vierter Ordnung derselben, könnten ein Maß für die Länge des Linienelementes abgeben. Dieser Ausdruck würde aber z. B. keine geometrische Interpretation gestatten, was bei dem Ausdruck

$$ds^2 = g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{33} dx_3^2$$

möglich ist, den man als allgemeinen Fall des pythagoreischen Lehrsatzes auffassen kann. Jedenfalls liegt zurzeit kein Anlaß vor, diesen einfachsten allgemeinen Ausdruck für das Linienelement um komplizierterer Ausdrücke willen zu verlassen. Im Rahmen der beiden Forderungen, welche wir den Beschreibungen der Naturvorgänge auferlegen, erfüllt derselbe alle Anforderungen, die zu stellen sind. Immerhin darf nie vergessen werden, daß in der Wahl des analytischen Ausdruckes für die Länge des Linienelementes stets Hypothetisches enthalten ist, und daß es Aufgabe der Physik ist, dieser Tatsache jederzeit vorurteilslos gegenüberzustehen. Riemann beschließt darum auch seine Schrift mit folgenden, jetzt besonders bedeutsam wirkenden Sätzen:

„Die Frage über die Gültigkeit der Voraussetzungen der Geometrie im Unendlichkleinen hängt zusammen mit der Frage nach dem inneren Grunde der Maßverhältnisse des Raumes. Bei

dieser Frage, welche wohl noch zur Lehre vom Raume gerechnet werden darf, kommt die obige Bemerkung zur Anwendung, daß bei einer diskreten¹⁾ Mannigfaltigkeit das Prinzip der Maßverhältnisse schon in dem Begriffe dieser Mannigfaltigkeit enthalten ist, bei einer stetigen aber anderswoher hinzukommen muß. Es muß also entweder das dem Raume zugrunde liegende Wirkliche eine diskrete Mannigfaltigkeit bilden oder der Grund der Maßverhältnisse außerhalb, in darauf wirkenden Kräften, gesucht werden.

Die Entscheidung dieser Fragen kann nur gefunden werden, indem man von der bisherigen, durch die Erfahrung bewährten Auffassung der Erscheinungen, wozu Newton den Grund gelegt, ausgeht und diese, durch Tatsachen, die sich aus ihr nicht erklären lassen, getrieben, allmählich umarbeitet; solche Untersuchungen, welche, wie die hier geführte, von allgemeinen Begriffen ausgehen, können nur dazu dienen, daß diese Arbeit nicht durch Beschränktheit der Begriffe gehindert und der Fortschritt im Erkennen des Zusammenhanges der Dinge nicht durch überlieferte Vorurteile gehemmt wird.

Es führt dies hinüber in das Gebiet einer anderen Wissenschaft: in das Gebiet der Physik, welches wohl die Natur der heutigen Veranlassung nicht zu betreten erlaubt.“

Also: nach Riemanns Auffassung werden diese Fragen entschieden, wenn man von der Newtonschen Auffassung der Erscheinungen ausgeht und sie, durch Tatsachen, die sich bisher aus ihr nicht erklären lassen, getrieben, allmählich umarbeitet. Das ist es, was Einstein getan hat. Die „bindenden Kräfte“, auf die Riemann hinweist, werden wir in der Tat in der Einsteinschen Arbeit wiederfinden. Wie wir im vierten Abschnitte sehen werden, fußt nämlich die Einsteinsche Theorie der Gravitation in der Auffassung, daß die Gravitationskräfte die „bindenden Kräfte“, also den „inneren Grund der Maßverhältnisse“ im Raume darstellen.

2 b.

Festsetzung eines Maßstabes für den starren Abstand zweier unendlich benachbarter Punkte in der vierdimensionalen Mannigfaltigkeit der Raum-Zeit-Punkte.

Die Fragen der Maßverhältnisse, die wir bei der Formulierung der Naturgesetze zugrunde legen sollen, hätte man gleich mit Rücksicht auf die vierdimensionale Mannigfaltigkeit der Raum-Zeit-Punkte behandeln können, da nach den Ergebnissen der speziellen Relativitätstheorie die Zeitmessung genau so in die Naturgesetze eingeht wie die Raummessung. Ich möchte aber trotzdem die Frage der Zeitmessung gesondert behandeln, ein-

¹⁾ Unter einer diskreten Mannigfaltigkeit versteht man eine Mannigfaltigkeit, bei welcher zwischen den einzelnen Elementen kein stetiger Übergang möglich ist, sondern jedes Element gewissermaßen ein selbständiges Individuum darstellt.

mal, weil gerade dieses Ergebnis der Relativitätstheorie bei den Anhängern der klassischen Mechanik auf den größten Widerstand gestoßen ist, dann aber, weil auch die klassische Mechanik Vereinbarungen wegen der Zeitmessung treffen muß, völlige Einigkeit aber auch hier nie bestanden hat.

Dem Trägheitsgesetze von *Galilei* in der ursprünglichen Fassung: Ein äußeren Einflüssen nicht unterworfenen Körper bewegt sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit auf einer geraden Bahn; fehlen zwei wesentliche Bestimmungsstücke, nämlich die Beziehung der Bewegung auf ein bestimmtes Koordinatensystem und ein bestimmtes Zeitmaß; ohne Zeitmaß kann man von einer *gleichförmigen* Geschwindigkeit überhaupt nicht sprechen.

Nach einem Vorschlage von *C. Neumann* hat man das Trägheitsgesetz selbst zur Definition eines Zeitmaßes herangezogen, und zwar in der Formulierung¹⁾: „Zwei materielle Punkte, von denen jeder sich selbst überlassen ist, bewegen sich in solcher Weise fort, daß gleichen Wegabschnitten des einen immer gleiche Wegabschnitte des anderen korrespondieren.“ Auf Grund dieses Prinzips, in welches die Zeitmessung nicht explizite eingeht, können wir „gleiche Zeitintervalle als solche definieren, innerhalb welcher ein sich selbst überlassener Punkt gleiche Wegabschnitte zurücklegt“.

Dieser Standpunkt ist in späteren Untersuchungen über das Trägheitsgesetz z. B. von *L. Lange* und *H. Seeliger* eingenommen worden. Auch *Maxwell* hat (in seiner Schrift „Substanz und Bewegung“) diese Definition eines Zeitmaßes für die Mechanik gewählt. Dagegen hat besonders *H. Streintz*²⁾ im Anschluß an *Poisson* und *d'Alembert* die Loslösung der Zeitmessung vom Trägheitsgesetz gefordert, da ihre begrifflichen Voraussetzungen eine tiefere und allgemeinere Grundlage als das Trägheitsprinzip hätten. Nach seiner Ansicht kann *jeder* physikalische Vorgang, den man unter identischen Bedingungen wirklich wiederholen kann, zur Festsetzung einer Einheit der Zeitmessung herangezogen werden, da jeder *identische* Vorgang gleiche Dauer beanspruchen muß; andernfalls wäre überhaupt eine gesetzmäßige Naturbeschreibung ausgeschlossen. In der Tat beruht auf diesem Prinzip die Uhr. Dieses Prinzip gewährt den Vorteil, daß ein Beobachter *wenigstens für seinen Beobachtungsort* zu einer Zeitmessung gelangen kann; die Zurückführung der Zeitmessung auf das Trägheitsgesetz dagegen führt zwar zu einer einwandfreien *Definition gleicher Zeitlängen*, aber die *Messung* gleicher Wegabschnitte, die ein gleichförmig bewegter Körper zurücklegt, und damit die *Festlegung* einer Zeiteinheit ist physikalisch für irgendeinen Be-

obachtungsort nur dann möglich, wenn der Beobachter und der Körper dauernd, z. B. durch Lichtsignale, verbunden sind. Man kann jedoch nicht ohne weiteres voraussetzen, daß verschiedene Beobachter, die relativ zueinander in gleichförmiger Translation begriffen sind, die also nach dem Trägheitsgesetz gleichwertig sind, in bezug auf denselben bewegten Körper auf diese Weise zu identischen Zeitmessungen gelangen werden. Der *Poissonsche* Gedanke führt also nur *an dem betreffenden Beobachtungsorte selbst* zu einer befriedigenden Zeitmessung, gewissermaßen zur Konstruktion einer Uhr, er berührt dagegen die Frage der Zeitbeziehung *verschiedener* Beobachtungsorte *aufeinander* gar nicht; die *Neumannsche* Fassung dagegen führt unmittelbar auf diejenigen Fragen, die seit der Aufstellung des Relativitätsprinzips durch *Einstein* im Mittelpunkt der Diskussion stehen.

Bei dem Streben, die klassische Mechanik auf eine beschränkte Zahl von widerspruchsfreien Prinzipien zurückzuführen, mußte man zu Ideal Konstruktionen und Gedankenexperimenten greifen. Man nahm nun als selbstverständlich an, daß die Verwendung eines Lichtsignals als Verbindung zwischen dem sich bewegenden Körper und dem Beobachtungsorte, wenn auch in der Praxis zur Feststellung der Gleichzeitigkeit unumgänglich, doch in dem Endresultate, gewissermaßen als Hilfskonstruktion, nicht in Erscheinung treten würde. Diese Annahme ist aber nach *Einstein* unzulässig, weil dem Begriffe der *Gleichzeitigkeit*, auf dem jede Zeitmessung beruht, keine absolute Bedeutung zukommt¹⁾.

Daß erst viele Jahre nach *C. Neumanns* Vorschlag eine so fundamentale Revision der für die Zeitmessung gemachten Annahmen nötig wurde, erklärt sich daraus, daß sogar die in der Astronomie auftretenden Geschwindigkeiten im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit so klein sind, daß sich zwischen den Beobachtungen und der Theorie keine auffallenden Mißhelligkeiten einstellen konnten. Infolgedessen traten die Schwächen der Theorie, insbesondere in der Beziehung verschiedener Koordinatensysteme aufeinander, nicht zutage. Man wurde nicht gewahr, daß die Transformationsgleichungen des Galilei-Newtonschen Relativitätsprinzips, welche die Koordinatenbeziehung gleichförmig gegeneinander bewegter, also mechanisch gleichwertiger Systeme, formulieren, und in denen speziell die Zeitmessung in allen Systemen als völlig unabhängig voneinander angenommen wird, Hypothesen enthalten. Erst durch die Relativitätstheorie von *Einstein* sind diese aufgedeckt worden. Man wird das aus Folgendem noch deutlicher erkennen:

Prinzipiell hätte schon lange vor den durch die elektrodynamischen Erscheinungen hervorgerufenen Erörterungen die Frage aufgestellt wer-

¹⁾ *E. Neumann*, Über die Prinzipien der Galilei-Newtonschen Theorie. Leipzig 1870, S. 18.

²⁾ *H. Streintz*, Die physikalischen Grundlagen der Mechanik. Leipzig 1883.

¹⁾ *A. Einstein*, Annalen der Physik, 4. Folge, Bd. 17, S. 891.

den können: Wie sind die Messungen in zwei Systemen mit Koordinaten x, y, z, t und x', y', z', t' , die sich relativ zueinander gleichförmig bewegen, im allgemeinen aufeinander zu beziehen, d. h. wie drücken sich die x, y, z, t durch die x', y', z', t' und die relative Geschwindigkeit q der beiden Systeme zueinander aus? Eine Frage, auf welche der Neumannsche Vorschlag über die Zeitmessung unmittelbar hinweist. Man wäre auf Grund ganz allgemeiner Gesichtspunkte, die nur gewissen Grundanschauungen über Bewegungen entlehnt sind und mit den speziellen Erscheinungen der Elektrodynamik nichts zu tun haben, zu Transformationsgleichungen viel allgemeinerer Art gelangt, als es die des Galilei-Newtonschen Relativitätsprinzips sind, in welchem stets $t' = t$ gesetzt wird¹⁾. In diesen allgemeinen Transformationsgleichungen hätte nun eine Größe besondere Beachtung beansprucht. Breitet sich nämlich irgendeine Wirkung in einem System mit der Geschwindigkeit v aus, so wird sie sich in einem relativ zum ersten bewegten zweiten System im allgemeinen mit einer von v verschiedenen Geschwindigkeit $v' \neq v$ ausbreiten. Nach Frank und Rothe gibt es aber immer eine *ausgezeichnete* Geschwindigkeit, die in *jedem* System unabhängig von dessen Bewegung ihren Wert beibehält. Diese Erkenntnis hätte eventuell schon frühzeitig die Frage laut werden lassen können, ob es vielleicht unter den uns bekannten Bewegungen eine, *endliche*, Geschwindigkeit gibt, die diese ausgezeichnete Eigenschaft offenbart, oder ob, wie man stillschweigend angenommen hatte, das erst die unendlich große Geschwindigkeit tut. In diesem letzten Fall degenerieren nämlich die allgemeinen Transformationsgleichungen in die Galilei-Newtonschen. Man wäre sich dann des Hypothesischen dieser Annahme bewußt geblieben und hätte das Ergebnis des Michelsonschen Versuches, der schon für die Lichtgeschwindigkeit diese ausgezeichnete Eigenschaft erwiesen hat, mit den von Einstein daraus gezogenen Folgerungen für die Zeitmessung nicht als einen so willkürlichen Eingriff in die Mechanik empfunden.

Die universelle Bedeutung der Lichtgeschwindigkeit muß als überraschende Tatsache hingenommen werden. Sie entkleidet allerdings die Mechanik vielleicht ihres idealen abstrakten Charakters und paßt nicht zu den Anschauungen derer, die sie zu einer rein mathematischen Disziplin wie die Geometrie entwickeln möchten. Die Mechanik wird dafür mit den übrigen Zweigen der Physik um so enger verschmolzen. Gleichviel: die bisherigen Annahmen über die der Mechanik zugrunde zu legende Zeiteinheit sind nicht gleichzeitig mit den Transformationsgleichungen des Galilei-Newtonschen Relativitätsprinzips und der Tatsache der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit vereinbar. Es müssen vielmehr die Gesichtspunkte

geltend gemacht werden, die von Lorentz und Einstein entwickelt worden sind und die Relativität der Zeitmessung berücksichtigen.

Die Einzelheiten der Relativität der Zeitmessungen sind in den letzten Jahren so viel besprochen worden, daß sich nur oft Gesagtes wiederholen ließe. Wesentlich ist die Erkenntnis, daß die Zeitmessung in die Naturgesetze ganz gleichwertig eingeht, wie die Raummessung in einer Koordinatenrichtung. Raum und Zeit stellen also eine *einheitliche Mannigfaltigkeit* der Dimension „vier“ mit *einheitlichen Maßverhältnissen* dar¹⁾. Infolgedessen hat man konsequenterweise die Überlegungen des vorangehenden Abschnittes über die Maßverhältnisse einer Mannigfaltigkeit auf die *vierdimensionale Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit* anzuwenden und hat, im Hinblick auf die zwei prinzipiellen Forderungen: der Kontinuität und der Relativität, indem man die Zeitmessung als vierte Dimension einbezieht, für das Linienelement den Ausdruck anzusetzen:

$$ds^2 = g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{34} dx_3 dx_4 + g_{44} dx_4^2,$$

in welchem die $g_{\mu\nu}$ ($\mu, \nu = 1, 2, 3, 4$) Funktionen der veränderlichen x_1, x_2, x_3, x_4 sind.

Zu dieser allgemeinen Form des Linienelementes hat uns nur das Bedürfnis geleitet, von Anfang an in die Formulierung der Naturgesetze nicht mehr Voraussetzungen einzuführen, als mit den beiden Forderungen verträglich sind, und Gesichtspunkten Anerkennung zu verschaffen, zu welchen die *spezielle* Relativitätstheorie hingeführt hat. Zusammenfassend können wir sagen: Die Forderung der *Kontinuität* ist zwar mit der Annahme *euklidischer* Maßverhältnisse vereinbar; für sie erscheinen aber ihre besonderen Voraussetzungen als beschränkende Hypothesen, welche nicht gemacht zu werden brauchten. Erst die zweite Forderung, die Zurückführung *aller* Bewegungen auf Relativbewegungen, *zwingt* uns dazu, den bisherigen Standpunkt der euklidischen Maßbestimmung aufzugeben.

Ein Eingehen auf die in der Mechanik noch bestehenden Schwierigkeiten wird die Notwendigkeit dieses Schrittes verständlich machen.

3.

Die prinzipiellen Schwierigkeiten in der klassischen Mechanik.

Die Grundlagen der klassischen Mechanik lassen sich im Rahmen eines Aufsatzes nicht erschöpfend darstellen. Ich kann für den hier vorliegenden Zweck nur die Schattenseiten dieser Theorie deutlich hervortreten lassen, ohne ihren bisherigen Erfolgen gerecht werden zu können, die es erst verständlich machen, daß man diese

¹⁾ S. Ph. Frank und H. Rothe, Annalen der Physik, 4. Folge, Bd. 34, S. 825.

¹⁾ Minkowski hat diese Folgerung des speziellen Relativitätsprinzips als erster mit besonderem Nachdruck hervorgehoben.

Theorie so ungern verläßt, deren Grundgesetze sich mathematisch so schlicht formulieren lassen. Aber schon das Trägheitsgesetz, das *Newton* an ihre Spitze stellt, hat sich bisher nicht in eine Form kleiden lassen, die auf dauernden Bestand rechnen konnte.

Wie schon im vorausgehenden Abschnitte betont wurde, läßt die Aussage, daß ein sich selbst überlassener Punkt sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit auf einer geraden Linie bewegt, die Beziehung auf ein bestimmtes Koordinatensystem vermissen. Hier erhebt sich eine unüberbrückbare Schwierigkeit: die Natur liefert uns tatsächlich kein Koordinatensystem, in bezug auf welches eine geradlinig gleichförmige Bewegung möglich wäre. Denn sobald wir ein Koordinatensystem mit irgendeinem Körper, z. B. mit der Erde, der Sonne usw., verbinden — und das verleiht ihm erst Anschaulichkeit —, so sind die Voraussetzungen des Trägheitsgesetzes wegen der Gravitationswirkung der Körper aufeinander nicht mehr erfüllt. Man muß demgemäß der Bewegung eines Körpers entweder eine Bedeutung an sich zusprechen, d. h. Bewegungen relativ zum absoluten Raum zulassen, oder zu Gedankenexperimenten greifen, indem man, wie *C. Neumann*, einen hypothetischen Körper Alpha einführt und relativ zu diesem ein Achsensystem (Inertialsystem) festlegt, in bezug auf welches dann das Trägheitsgesetz gelten soll. Die Alternative, vor die man so gestellt wird, ist höchst unbefriedigend. Die Einführung des absoluten Raumes gibt zu den oft diskutierten begrifflichen Schwierigkeiten Anlaß und hat in der Tat nur insofern ihre Berechtigung, als sie uns ermöglicht, die Newtonsche Mechanik beizubehalten. Die Einführung des Bezugssystems Alpha trägt zwar der Relativität der Bewegungen so weit Rechnung, daß alle relativ zu einem Alphasytem gleichförmig bewegten weiteren Systeme von Anfang an als *gleichwertig* eingeführt werden. Wir können aber bestimmt behaupten, daß es ein sichtbares Alphasytem gar nicht gibt, und daß man auch nie zu einer endgültigen Festlegung eines solchen gelangen wird. Man wird höchstens durch immer weiter geführte Berücksichtigung der Einflüsse der Fixsterne auf das Sonnensystem und aufeinander immer mehr ein Koordinatensystem herauschälen können, das für das Sonnensystem die Rolle eines solchen „Inertialsystems“ mit *genügender Genauigkeit* spielen kann. Infolgedessen gibt der Schöpfer dieser Auffassungen, *C. Neumann*, selbst zu, daß dieselbe stets sehr „Unbefriedigendes“ und „Rätselhaftes“ behalten werde, und die so begründete Mechanik eigentlich eine recht wunderbare Theorie darstelle.

Darum erscheint es durchaus natürlich, wenn *E. Mach*¹⁾ den Vorschlag macht, das Trägheitsgesetz so zu formulieren, daß unmittelbar die Beziehung auf den Fixsternhimmel zutage tritt.

¹⁾ *E. Mach*, Die Mechanik in ihrer Entwicklung. 4. Aufl., S. 244.

„Statt zu sagen, die Richtung und Geschwindigkeit einer Masse μ im Raume bleibt konstant, kann man auch den Ausdruck gebrauchen, die mittlere Beschleunigung der Masse μ gegen die Massen m, m', m'', \dots in den Entfernungen r, r', r'', \dots ist gleich Null oder $\frac{d^2}{dt^2} \frac{\sum mr}{\sum m} = 0$. Letzterer Aus-

druck ist dem ersten äquivalent, sobald man nur hinreichend viele und hinreichend weite und große Massen in Betracht zieht“

Befriedigt hat aber auch diese Formulierung nicht. Abgesehen von einer gewissen Bestimmtheit, fehlt ihr auch der Charakter als Nahwirkungsgesetz, so daß ihre Erhebung zum Grundgesetz (statt des Trägheitsgesetzes) kaum in Frage käme.

Fragt man nun nach der inneren Ursache dieser Schwierigkeiten, so ist dieselbe sicherlich in dem ungenügenden Anschluß der Grundprinzipien an die Beobachtung zu finden. In Wahrheit beobachten wir nur die Bewegung von Körpern *relativ* zueinander, und diese ist *niemals* eine absolute geradlinige und gleichförmige Translation. *Die reine Trägheitsbewegung ist also eine durch Abstraktion gewonnene Vorstellung.*

So fruchtbar und unerläßlich das Gedankenexperiment auch oft sein mag, um das Wesentliche verschiedener Erscheinungen, die sich überlagern, reinlich zu scheiden, so droht doch jederzeit dabei die Gefahr, daß bei zu weit getriebener Abstraktion sich der naturwissenschaftliche Inhalt der ihm zugrunde liegenden Begriffe verflüchtigt. Wenn es für unsere Anschauung keinen Sinn hat, von der „Bewegung eines Körpers“ im Raum zu sprechen, solange nur dieser eine Körper vorhanden ist, hat es dann einen Sinn, dem Körper auch noch Attribute, wie *träge* Masse, zuzusprechen, die nur unserer Beobachtung von mehreren Körpern entstammen, die sich *relativ* zueinander bewegen? Wenn nicht, so kann dem Begriffe der trägen Masse eines Körpers auch nur eine relative Bedeutung zugesprochen werden. Solche Zweifel fanden neue Nahrung, als die Relativitätstheorie zu der Erkenntnis führte, daß die Trägheit nicht der Materie allein eigentümlich ist, sondern daß auch die Energie „Trägheit“ besitzt¹⁾, bei ihr aber von einem Trägheitswert schlechthin, wie bei der Materie, nicht gesprochen werden kann. Da die *Dichte*²⁾ der Energie, welcher

¹⁾ Die *Trägheit der Energie* läßt sich z. B. an den freien Elektronen in einem Kathodenrohre beobachten, und zwar an dem Widerstande, den dieselben jeder Bewegungsänderung entgegensetzen. Da die Elektronen als freie elektrische Ladungen ohne materielle Träger aufgefaßt werden, erwuchs aus dieser Erfahrung der Begriff der „elektrodynamischen“ Trägheit bzw. Masse. Die spezielle Relativitätstheorie hat dann allgemein zu der Anschauung geführt, daß jeglicher Energie Trägheit zukommt.

²⁾ Der Begriff der *Dichte der Energie* ist der Anschauung entsprungen, daß der Energieinhalt eines Körpers z. B. an strahlender Wärme sich in gesetzmäßiger Weise auf sein ganzes Volumen verteilt. Der

ihre Trägheit proportional ist, dem Werte nach von dem gewählten Bezugssystem abhängig ist, also nicht substantiellen Charakter im ursprünglichen Sinne hat, so kann auch nur von einem Werte derselben *relativ* zu dem betreffenden Bezugssystem gesprochen werden. Zugleich machte sich immer mehr die Auffassung geltend, daß überhaupt die gesamte Trägheit der Körper auf deren Energieinhalt, welcher zum allergrößten Betrage latent ist, zurückzuführen sei. Diese Ergebnisse der Relativitätstheorie brachten unsere ganze Auffassung von der Trägheit der Materie ins Wanken, denn sie raubten dem Satze von der Gleichheit der trägen und der schweren Masse der Körper seine strenge Gültigkeit. Jetzt sollte die *träge* Masse eines Körpers je nach seinem Energieinhalte einen anderen Wert haben können, ohne daß sich nach den bestehenden Auffassungen seine *schwere* Masse verändert hätte. Seit jeher hatte man aber die Masse eines Körpers aus seinem Gewicht ermittelt, ohne daß sich dabei Unstimmigkeiten offenbart hätten.

Eine solche fundamentale Schwierigkeit konnte zutage treten, weil der Satz von der Gleichheit der trägen und der schweren Masse mit den Grundprinzipien der Mechanik nicht eng verflochten worden war, und den Gravitationserscheinungen nicht die gleiche Bedeutung wie den Trägheitserscheinungen in den Grundlagen der Newtonschen Mechanik zuerteilt wird, wie es tatsächlich sein müßte. Die Gravitation als Fernwirkungskraft wird vielmehr nur als Spezialkraft für einen beschränkten Bereich von Erscheinungen eingeführt, und der überraschenden Tatsache der Gleichheit von träger und schwerer Masse wird nicht weiter nachgeforscht. *Daher muß an die Spitze der Mechanik an die Stelle des Trägheitsgesetzes ein Grundgesetz treten, welches die Trägheitserscheinungen und die Gravitationserscheinungen umfaßt. Dies kann durch eine konsequente Durchführung des Prinzips der Relativität aller Bewegungen geschehen, wie Einstein erkannt hat. Diesen Umstand wählt Einstein daher zum Ausgangspunkt seiner Ansätze.*

Man kann nämlich den Satz von der Gleichheit der trägen und der schweren Masse, in dem sich der enge Zusammenhang zwischen den Trägheitserscheinungen und den Gravitationserscheinungen widerspiegelt, noch von einer anderen Seite beleuchten und dadurch seine enge Beziehung zu dem allgemeinen Relativitätsprinzip aufdecken.

So sehr zwar *Newton* die Vorstellung des „absoluten Raumes“ widerstrebte, glaubte er doch in dem Auftreten der Zentrifugalkräfte eine wesentliche Stütze für die Existenz des absoluten Raumes zu sehen. Rotiert ein Körper, so treten auf ihm Zentrifugalkräfte auf. Das Auftreten solcher Zentrifugalkräfte auf einem Körper gestattet, auch

ohne Gegenwart anderer sichtbarer Körper seine Rotation um eine Achse nachzuweisen. Selbst wenn die Erde ständig von einer undurchsichtigen Wolkendecke eingeschlossen wäre, würde man ihre tägliche Drehung doch an dem Foucaultschen Pendelversuche feststellen können. Aus dieser Besonderheit der Rotationen schloß *Newton* auf die Existenz absoluter Bewegungen. Rein *kinematisch* betrachtet, unterscheidet sich aber die Rotation in keiner Weise von der Translation; wir beobachten nur *Relativbewegungen* von Körpern gegeneinander und könnten uns ebensogut vorstellen, daß alle Körper des Weltalls um die Erde rotieren. In der Tat ist von *E. Mach* auch die *dynamische* Gleichwertigkeit beider Vorgänge gefordert worden; man müßte alsdann voraussetzen, daß die auf der Erdoberfläche beobachteten Zentrifugalkräfte in gleichem Betrage und Verlauf auch durch die *Gravitationswirkung* der Gesamtheit aller Körper ausgelöst würden, wenn diese um die ruhende Erde rotierten. *B. und J. Friedländer*¹⁾ haben aus denselben Überlegungen heraus ein Experiment vorgeschlagen, um die *Relativität der Rotationsbewegungen, mithin Umkehrbarkeit der Zentrifugalerscheinungen*, darzutun. Wegen der Kleinheit des Effektes ist es zwar zurzeit nicht durchführbar, es ist aber durchaus geeignet, den physikalischen Inhalt dieser Forderung dem Verständnis näher zu bringen.

„Das empfindlichste aller Instrumente ist bekanntlich die Drehwage. Die größten rotierenden Massen, mit denen wir experimentieren können, sind aber wohl die großen Schwungräder in Walzwerken und anderen großen Fabriken. Die Zentrifugalkräfte äußern sich bekanntlich in einem von der Rotationsachse zu entfernen strebenden Drucke. Stellen wir also eine Drehwage in nicht zu großer Entfernung von einem großen Schwungrade auf, so daß der Aufhängungspunkt des drehbaren Teiles der Drehwage (der Nadel) genau oder annähernd in der Verlängerung der Achse des Schwungrades liegt, so müßte sich die Nadel, wenn sie nicht von vornherein der Ebene des Schwungrades parallel war, sich dieser Lage zu nähern streben und einen entsprechenden Ausschlag zeigen. Auf jeden, nicht in der Umdrehungsachse liegenden Massenteil wirkt nämlich die Zentrifugalkraft in dem Sinne, daß sie ihn von der Achse zu entfernen strebt. Man sieht sofort, daß eine möglichst weitgehende Entfernung erreicht wird, wenn die Nadel parallel steht.“

Allerdings ist die wirkende Masse im ersten Falle nur diejenige des Schwungrades, im zweiten wären es alle Massen des Weltalls.

Daß diese Forderung der Relativität der Rotationen, die zunächst nur der *kinematischen* Anschauung entspringt, in *dynamischer* Hinsicht wirklich gestellt werden darf, beruht nun im wesentlichen in der Gleichheit der trägen und der schweren Masse der Körper. Nach der bisheri-

Energieinhalt der Volumeneinheit, also des Kubikzentimeters, mißt die Dichte der Energie an der betreffenden Stelle.

¹⁾ „Absolute und relative Bewegung“. Berlin, Leonhard Simion, 1896.

gen Auffassung werden ja die Zentrifugalkräfte durch die Trägheit des rotierenden Körpers hervorgerufen oder vielmehr durch die Trägheit seiner einzelnen Massenpunkte, die dauernd ihrer Trägheit zu folgen suchen und daher in der Tangente an die ihnen aufgezwungenen Kreisbahnen davonfliegen möchten. Das Zentrifugalfeld ist also ein *Trägheitsfeld*. Wenn wir es ebenso gut als ein *Schwerefeld* auffassen können — und das geschieht, sobald wir die Relativität der Rotationen fordern, weil wir dann annehmen müssen, daß die Gesamtheit der um den ruhenden Körper kreisenden Massen durch ihre Gravitationswirkung auf den ruhenden Körper die sogenannten Zentrifugalkräfte auslösen —, so ist das in der Tatsache der Gleichheit der trägen und der schweren Masse der Körper begründet, welche durch die Versuche von Eötvös mit außerordentlicher Genauigkeit sichergestellt worden ist¹⁾.

Man erkennt aus diesen Betrachtungen, wie ein allgemeines Prinzip der Relativität aller Bewegungen zugleich zu einer Theorie der Gravitation hinführt.

Nach alledem kann man sich dem Eindruck nicht mehr verschließen, daß ein Aufbau der Mechanik auf ganz neuer Basis ein unbedingtes Erfordernis ist. Eine befriedigende Formulierung des Trägheitsgesetzes ohne Berücksichtigung der *Relativität aller Bewegungen* ist nicht zu erhoffen, und demgemäß auch nicht die Befreiung der Mechanik von dem unerquicklichen Begriff absoluter Bewegungen; dann aber hat die Erkenntnis von der *Trägheit der Energie* und damit der *Relativität der Trägheit* Gesichtspunkte zur Geltung gebracht, welche sich überhaupt nicht in das bestehende System einfügen und eine Revision der Grundlagen der Mechanik fordern. Die Forderungen, welche wir von vornherein stellen müssen, sind: Beseitigung aller Fernwirkungen und aller der Beobachtung unzugänglichen Größen aus den Grundgesetzen, d. h. eine Differentialgleichung, welche die Bewegung eines Körpers unter dem Einfluß der *Trägheit* und der *Schwere* umfaßt und die Relativität aller Bewegungen zum Ausdruck bringt. Diesen Forderungen wird die Einsteinsche Gravitationstheorie und verallgemeinerte Relativitätstheorie im weitesten Sinne gerecht. *Das Opfer, welches wir dabei bringen müssen*, ist die allerdings fest eingewurzelte Hypothese, daß sich alle physikalischen Vorgänge in dem Raume abspielen, in dem die euklidische Geometrie gilt. Denn die Forderung der allgemeinen Relativität, die sich jetzt auch auf beschleunigte Bewegungen bezieht und die völlige Unabhängigkeit der Grundgesetze von dem gewählten Bezugssystem verlangt, läßt sich nicht mit der Einführung eines euklidischen Linienelementes in die Gesetze in Einklang bringen, da das-

selbe nicht bei beliebiger Änderung der Koordinaten seine Gestalt bewahrt. An seine Stelle hat deswegen das allgemeine Linienelement

$$\sum_1^4 g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu = ds^2$$

zu treten. Während also die Forderung der Kontinuität es *ratsam* erscheinen ließ, nicht die beschränkenden Voraussetzungen der euklidischen Maßbestimmung einzuführen, läßt uns das Prinzip der allgemeinen Relativität keine Wahl mehr.

Die Betonung dieses Prinzips wie überhaupt der Forderung, daß nur beobachtbare Größen in den Naturgesetzen vorkommen sollen, entspringt nicht etwa nur einem formalen Bedürfnis, sondern dem Bestreben, dem Kausalitätsprinzip, wie schon erwähnt, wirklich die Bedeutung eines für die Erfahrungswelt gültigen Gesetzes zu verleihen. Demgemäß wird man unbedingt zu vermeiden suchen, daß in den Naturgesetzen neben beobachtbaren noch solche Größen auftreten, die fiktiver Natur sind, wie z. B. der „Raum“ der Newtonschen Mechanik. Solange das der Fall ist, sagt das Kausalitätsprinzip nichts wirklich über Ursachen und Wirkungen der reinen Erfahrung aus, was doch das Ziel jeder Naturbeschreibung sein muß. Es ist darum die Forderung der Relativität aller Bewegungen aus diesem *erkenntnistheoretischen* Bedürfnis heraus zu bewerten¹⁾.

(Schluß folgt.)

Deutsch-Südwestafrika im Lichte biogeographisch-historischer Forschung.

Von Dr. Thilo Krumbach, Rovigno.

Unter dem schlichten Titel „Ergebnisse der Hamburger deutsch-südwestafrikanischen Sammelreise 1911“ erscheint in Hamburg bei Friederichsen & Co. seit Anfang 1914 ein Werk, dessen besonderes Ziel der Herausgeber, Prof. W. Michaelsen vom Zoologischen Museum des Hamburgischen Staates, als Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süßwasserfauna des Gebietes formuliert.

Unser deutsches Südwestafrika wird in diesem Reise- und biogeographisch-historische Beleuchtung gerückt. Die Hamburger deutsch-südwestafrikanische Studienreise 1911 vollendet das Werk der Hamburger magalhaensischen Sammelreise von 1892 bis 1893 und der Hamburger südwestaustralischen Forschungsreise von 1905, indem sie die Fauna der letzten der drei in die Meere um den Südpol ragenden Kontinentalspitzen zum Gegenstand der Untersuchung macht. „Für diese Untersuchung kommt nicht nur die Tierwelt des Landes und des Süßwassers in Betracht, sondern auch die der Küstenmeere, und zwar hauptsächlich der westlichen, die von kalten Meeresströmungen, je einer Abzweigung der den Südpolarkontinent umkreisenden Westwindtrift, durchzogen werden. Diese bieten naturgemäß die meiste Aussicht für den Nachweis eines etwaigen Hinaufreichens der für die in Frage kommenden Probleme bedeutsamen subantarktischen Meeres-

¹⁾ „Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen“ von R. Eötvös, Mathem.-naturwiss. Berichte aus Ungarn Bd. VIII, 1891.

¹⁾ S. a. A. Einstein, Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, Ann. d. Phys. 4. Folge, Bd 49, Seite 769.

fauna an diesen kontinentalen Südspitzen. Aus diesem Grunde wurden hauptsächlich die Westdistrikte der drei kontinentalen Südspitzen als Forschungsgebiet gewählt, bei der ersten Reise außer Feuerland, der äußersten Südspitze, hauptsächlich der westpatagonische Smyth Channel und Süd-Chile, bei der zweiten Reise außer dem Albanybezirk hauptsächlich die südliche Hälfte der Westküste Australiens von Russellton bis zur Sparks Bay und bei der dritten Reise Südwestafrika von der Mündung des Oranjeflusses bis Swakopmund. „Die durch Bestimmung und Beschreibung des gesammelten Materials erweiterte systematische Kenntnis von diesen Faunen soll uns — so war es *Michaelsens* großer Plan — in den Stand setzen, etwaige erdgeschichtliche Beziehungen zwischen denselben, wie sie von manchen Forschern vermutet oder als tatsächlich bestehend hingestellt wurden, aufzuklären.“

Michaelsen hat nur vier Monate eines Trockenjahr-Winters in Südafrika zugebracht, also eines abnormen Winters. Die Wahl der winterlichen Jahreszeit war Absicht. „Während der scheinbar toten Winterzeit ist bisher nur wenig gesammelt worden, und zumal für die meisten Süßwasser- und Feuchtlandtiere, und auf diese fahndete ich ganz besonders, ist der Winter, oder vielmehr die Trockenperiode die geeignetste Zeit. Diese Süßwasser- und Feuchtlandtiere können nur dort leben, wo dauernd Wasser bezw. feuchter Boden vorhanden ist. Die kleinen, weit zerstreuten Tümpel und Teiche, die in der Trockenzeit ausdauerten, und die die Kernpunkte und Reservoirs der Süßwasserfauna darstellen, waren im Winter leicht aufzufinden und boten mir tatsächlich eine Ausbeute, wie ich sie im Sommer sicherlich nicht erlangt hätte.“

Die Tierwelt der Küste, bei Swakopmund, Walfischbay, Lüderitzbucht, Sandfischhafen, kommt etwa dem faunistischen Reichtum der Nordsee einschließlich der schottischen und westnorwegischen Küste gleich. Ihrem Charakter nach scheint sie sich der Tierwelt des kapländischen Meeres eng anzuschließen, erreicht jedoch bei weitem nicht deren Reichtum, zu dem ja viele aus dem warmen Indischen Ozean mit der Agulhas-Strömung vordringende Warmwasserformen beitragen. Die Küstengewässer unseres südwestafrikanischen Schutzgebietes beherbergen dagegen augenscheinlich eine fast reine und daher ärmere Kaltwasserfauna. Mich haben die Funde *Michaelsens* so stark an die Verhältnisse der Adriaküsten erinnert, daß sie mir nur als eine unbedeutende Variation über das gleiche Thema erscheinen.

Von hohem Interesse sind *Michaelsens* Gedanken und Funde zur Geschichte und Besiedelung der Namib, „in der ein für die Verbreitung der Tierwelt im subtropischen Südafrika so bedeutsamer landschaftlicher und biologischer Charakter das Maximum seiner Ausprägung findet“. Das von ihm entworfene Bild gewinnt an Schärfe durch den Vergleich mit der so fundamental verschiedenen Sahara. „Die Namib ist viel mehr Wüste als die Sahara.“ Unter den Tieren fällt in der Namib besonders ein Gecko mit Watfüßen auf, und unter den Pflanzen die altertümliche Form *Welwitschia mirabilis*, sowie eine Anzahl von Stammsukkulenten — Erscheinungen, die der Sahara völlig fremd sind. Der Botaniker *Fitting* meinte, daß der Boden der Sahara wohl physikalische und chemische Besonderheiten haben müsse, aus denen sich das Fehlen der Stammsukkulenten einmal erklären lassen dürfte. *Michaelsen* hält dem entgegen, daß in so großen und physiographisch mannigfaltig ausgestalteten Gebieten, wie die Sahara und die Namib es sind, jede besondere Veranlagung der Wüstenpflanzen wenigstens in kleinen Strecken ihr

Auskommen finden müsse, und ist durch seine tiergeographischen Studien belehrt worden, „die Ursache für die Verschiedenheit in den Lebensformen der Namib und der Sahara in dem verschiedenen geologischen Alter dieser beiden Wüsten zu suchen“. „Die Namib ist eine geborene Wüste. Südafrika ist ein geologisch sehr alter, und in langen geologischen Perioden nur wenig veränderter Klotz. Solange er, annähernd so wie jetzt, in das südliche Meer vorragte, muß er einen Teil der Westwindtrift abgefangen und als Kaltwasserströmung an seiner Westküste nordwärts geführt haben. Ebenso alt wie dieser Klotz müssen also auch der noch durch den kalten Westküstenaufrtrieb verstärkte Kältefilter an seiner Westküste und demnach auch die hauptsächlichsten klimatischen Verhältnisse des ganzen Landes sein. Ebenso alt ist wahrscheinlich auch der Wüstenstreifen an seiner Westseite, der hier ebenso zwingend auftreten mußte wie die Küstenwüste an der Westseite der südamerikanischen Kordillere im Bereich der Ostpassate und des kalten Küstenaufrtriebes. Für das hohe geologische Alter der klimatischen Verhältnisse des westlichen Südafrikas, also nicht allein der Namib, sondern des ganzen Gebietes bis zum Ostrande der Kalahari, sprechen zunächst viele faunistische Tatsachen. Nicht nur das südlichste Afrika, Kapland, sondern auch das von Kalahari und Namib umschlossene Hochland Deutsch-Südwestafrikas zeigt mancherlei Züge einer typischen Reliktnatur, die auf eine faunistische Abgeschlossenheit in langer geologischer Periode hindeuten, und zwar zeigen diese Tatsachen, daß diese Abgeschlossenheit nicht durch ein Meer, sondern durch Wüste oder wasserarmes Gebiet verursacht wurde. Sie findet sich nicht ausgeprägt in jenen Tiergruppen, für die Trockenland und Wüste kein Verbreitungshindernis sind, wohl aber bei Feuchtlandtieren wie Landmollusken (*Dorcasia*, die primitivste aller *Felicinen*) und terricolen *Oligochaeten* (*Acanthodrilus*, die archaischste aller Gattungen terricoler Regenwürmer u. a.). Für das hohe geologische Alter der Namib sprechen vor allem die zweifellos sehr alten Anpassungen an das Wüstenklima, wie sie unter den Tieren vom Sandwatgecko, unter den Pflanzen von der vorweltlich anmutenden *Welwitschia* und den Stammsukkulenten dargestellt werden. Derartige tiefgründige Anpassungen bilden sich nicht in kurzer geologischer Periode. In der Sahara liegen die Verhältnisse ganz anders. Zwar, eine faunistische Grenze bildet auch die Sahara. Aber es läßt sich nachweisen, daß sie diese Grenzfunktionen nicht lediglich als Wüste, sondern für lange geologische Perioden als Meer ausgeübt hat. Die Sahara ist als Wüste zweifellos viel jünger als die Namib. Der größte Teil des Gebietes der jetzigen Sahara war noch vom Meere überspült zu einer Zeit, als Südafrika schon lange seine jetzige Gestalt annähernd gewonnen hatte, und es ist fraglich, ob das Gebiet der Sahara, als es landfest wurde, sofort als Wüste in die Erscheinung trat. Manche Tatsachen weisen darauf hin, daß dieses Gebiet noch in jüngerer Zeit geologischer Periode ein günstigeres, feuchteres Klima besaß als zur Jetztzeit. Aus ihrer relativen geologischen Jugendlichkeit erkläre ich die Eigenart ihrer faunistischen und floristischen Verhältnisse und damit den Unterschied dieser Verhältnisse von denen der geologisch alten Namib. Die Lebensformen der Sahara hatten nach dieser Anschauung noch gar keine Zeit, sich in solch tiefgründiger Weise dem Wüstenleben anzupassen, wie die oben erwähnten Kinder der Namib. Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß die Pflanzen der Sahara ganz leichte und demgemäß in kürzerer Zeit zu erwerbende Anpas-

sungen aufweisen. Blattsukkulenten zum Beispiel kommen doch auch in anderen klimatischen Bezirken vor. Zumal der Meeresstrand ist reich an derartigen und anderen leichteren Anpassungen. Auch die von *Fitting* erörterte, in der Sahara vorherrschende Kategorie der Wüstenanpassungen, die Steigerung der osmotischen Zugkraft, kann ich nur als leichte Anpassung ansehen; handelt es sich doch um eine Eigenschaft, die nachgewiesenermaßen innerhalb einer und derselben Art großen Schwankungen unterworfen, also variabel und leicht steigerungsfähig ist. Auch für diese Kategorie von Wüstenpflanzen mag der Meeresstrand Material liefern; denn auch der Salzgehalt des Meeresstrandes bildet bei seinen Pflanzen die gleichen stark hygroscopischen Fähigkeiten aus, wie sie von Pflanzen des fast trockenen Wüstenbodens verlangt werden. Dort ist die starke Hygroscopie des Salzgehaltes im Boden zu überwinden, hier die starke Adhäsion der äußerst dünnen Wasserschichten an den einzelnen Körnern des anscheinenden staubtrockenen Bodens. — Es kann in einer jungen Wüste nicht schwer fallen, in kurzer Zeit eine reiche Flora derartiger Meeresstrands-Anpassungen zu sich heranzuziehen. Es drängte sich mir die Frage auf, ob nicht überhaupt der Meeresstrand als Ausgangspunkt für die Besiedelung einer jungen Wüste eine wesentliche Rolle spiele. Die Beantwortung dieser Frage muß ich aber den Botanikern überlassen, falls sie sie überhaupt für diskutierbar halten. Selbst dem Laien auffallend ist jedenfalls eine gewisse Habitus-Ähnlichkeit zwischen Meeresstrandpflanzen und gewissen Wüstenpflanzen.“ — Mit diesen letzten Sätzen berührt *Michaelsen* Gedankengänge, die auch mir geläufig sind. In einem öffentlichen Vortrage, den ich im Frühjahr 1912 im Museum für Meereskunde in Berlin gehalten habe (Aus Vergangenheit und Gegenwart der Küste Istriens), habe ich den Meeresstrand als ein Stück Wüste zu erweisen versucht, gewissermaßen als Auskeilungen der großen Wüstengebiete der Erde. Ich wies damals hin auf die große Trockenheit der Luft dicht über dem Meere, die noch jedermann erstaunt hat, dem sie auffiel, und zeigte Ätzfiguren im Kalkfels der Küste und Lacküberzüge am Gestein vor, wie sie in Wüsten aufzutreten pflegen. Inzwischen bin ich diesen Fragen noch näher nachgegangen und hoffe sie einmal ausführlicher darzustellen. Die Ähnlichkeiten in der äußeren Erscheinung zwischen Strandpflanzen und Wüstenpflanzen sind dagegen Phänomene zweiten Grades. Auch die Meereswelle hat eine ähnlich formende Kraft, weshalb ein großer Teil jener Bildungen unter den Gesichtspunkten der Strukturverhältnisse des Windes und der Welle betrachtet werden muß.

Seine Erfahrungen über das Buschwaldgebiet des Inneren unserer Kolonie rundet *Michaelsen* auf den Seiten 42 bis 48 zu einem erdgeschichtlich und physiographisch untermalten Bilde der Tierwelt ab. Wie es bei dem trockenen Klima nicht weiter verwunderlich ist, überwiegt die Zahl der Trockenlandtiere weitaus. Aber auch solche Tiere, die in einer gewissen Periode ihres Lebens an offenes Wasser gebunden sind, also amphibische Tiere, trifft man auf dem Lande nicht eben selten, manchmal wenigstens der Individuenzahl nach massenhaft an. Sehr spärlich sind dagegen die Landtiere, die *Michaelsen* als Feuchtlandtiere bezeichnet, die stets einer gewissen Feuchtigkeit des Aufenthaltsortes bedürfen und bei vollständiger Eintrocknung zugrunde gehen. Landplanarien fehlen in Deutsch-Südwestafrika anscheinend ganz. Regenwürmer sind nur in sehr spärlichen Vorkommnissen im Nordgebiet sowie hart an der Südgrenze gefunden worden. Auch die Tiergruppen, die

feuchte Örtlichkeit bevorzugen, ohne gerade Feuchtlandtiere zu sein, wie Landschnecken und Landasseln, sind verhältnismäßig spärlich vertreten.

In ihrer Bedeutung für die Abgrenzung und Charakterisierung tiergeographischer Gebiete sind die Feuchtlandtiere und die sich an diese biologische Gruppe anschließende Gruppe der feuchte Örtlichkeiten bevorzugenden Tiere von hervorragender Wichtigkeit. Die Trockenlandtiere zeigen zum größten Teil eine sehr weite Verbreitung nicht nur der Gattung, sondern auch der Art. Für ihre Ausbreitung gibt es im allgemeinen innerhalb des Kontinents keine Schranken. Wohl sind auch viele Arten der Trockenlandtiere in ihrem Vorkommen sehr beschränkt. In diesen Fällen beruht aber der Charakter der Verbreitung zumeist auf gewissen speziellen Lebensbedingungen. Ein Insekt, das an eine ganz bestimmte Futterpflanze gebunden ist, zeigt in seinem Vorkommen natürlich die gleiche Beschränkung wie jene Futterpflanze. Ein Tier, das, wie der Sandwat-Gecko (*Palmatogeco*), durchaus auf das Leben im lockeren Sande angewiesen ist, kann sich nicht über den Bereich der Dünen des Wüstenstreifens der Namib hinaus verbreiten. Es zeigt sich zugleich, daß eine durch lange Zeiträume hindurchgeführte Beschränkung auf einen verhältnismäßig kleinen Lebensbezirk auch bei Trockenlandtieren zur Ausbildung besonderer, auf einen kleinen Bezirk beschränkter Gattungen führen kann. In Hinsicht auf die Trockenlandtiere stellt sich demnach Deutsch-Südwestafrika als ein integrierender, nicht in bedeutsamen Zügen sich absondernder Teil des ganzen südlichen gemäßigten bis subtropischen Afrikas dar. In Hinsicht auf Feuchtlandtiere ist die Kolonie der Hauptsache nach ein Gebiet ohne endemische Formen. Für Tiere, die feuchte Örtlichkeiten bevorzugen, ohne geradezu Feuchtlandtiere zu sein, wie viele Landschnecken, ist Deutsch-Südwestafrika samt Kalahari ein Gebiet der Isolierung, die zur Bildung besonderer Gattungen führte, für *Dorcasia* geradezu ein Rückzugsgebiet, in dem sich diese phyletisch alte Form halten konnte. „Fassen wir diese geographischen Ergebnisse zusammen, beachten wir vor allem die absolute Scheidung, die das Trockenland Namib-Kalahari zwischen der südafrikanischen und tropisch-afrikanischen Fauna der Feuchtlandtiere gebildet hat, so kommen wir zu dem Schluß, daß diesen physiographischen Verhältnissen, die zu den erörterten tiergeographischen Eigenheiten geführt haben, ein recht hohes geologisches Alter, eine große Konstanz im Laufe der letzten geologischen Perioden, zugeschrieben werden muß, das gleiche Ergebnis, zu dem im speziellen die Betrachtung des Charakters der Fauna und Flora des Namib geführt hat.“

Die Süßwasserfauna der Kolonie macht im allgemeinen nicht gerade einen spärlichen Eindruck. Selbst kleinste, weit isolierte Wassertümpel überraschten durch die Uppigkeit ihres Tierlebens, während andere allerdings recht arm zu sein schienen. Es hat sich die Vermutung bestätigt, „daß wir in den sehr kleinen, im geologischen Sinne ephemeren Süßwässern unseres südwestafrikanischen Gebietes höchstens eine spärliche endemische Süßwasserfauna antreffen“ würden. Soweit es sich übersehen läßt, „handelt es sich zumeist um weitverbreitete, zum Teil fast kosmopolitische Gattungen und Arten“. Was *Michaelsen* da schildert, erinnert mich fast Zug um Zug an die Verhältnisse des Karstes im österreichischen Küstenlande. Ganz besonders bei der Stelle, wo er, Seite 48, eine Eigenheit in der Verteilung der Süßwassertümpel erwähnt, sah ich unsere Laghi und Wassperlöcher vor mir. „Häufig“ — so lesen wir da — „sind zwei nahe beieinander gelegene Tümpel

oder Wasserlöcher ganz verschieden bestockt, ohne daß ein ausreichender Grund für diese Verschiedenheit aus dem Charakter der Wasserstellen zu ersähen wäre, handelt es sich doch um Wasserstellen, die im gleichen und gleichmäßig gestalteten Revier oder in einer gemeinsamen Felsenspalte dicht beieinander lagen. Da fand ich in dem einen Tümpel prächtige Branchipus und Limnadia neben einer großen Copepodenart und einigen Ostracoden, in einem Schwestertümpel Myriaden von Daphniden neben einigen winzigen Copepoden, sonst nichts; in einem kleineren Felsenwasserloch mehrere Blutegel, einige Wasserwanzen und zahlreiche Mückenlarven, in einem benachbarten zwei Bryozoen-Arten, sonst nichts.“ Meine Erfahrungen hier im Karst haben mich aber selbst in den engst beieinander liegenden Tümpeln stark betonte Unterschiede zu sehen gelehrt. Was ich an Wasseranalysen von Besshoff besitze, über den Temperaturgang in den Tümpeln weiß und über Zeit, die ein Tümpel vor dem andern überdauert, beobachtet habe, läßt mich vermuten, daß die besondere Besiedelung immer von sehr besonderen physikalisch-chemischen Bedingungen abhängt.

Mit einer Schilderung des Sambesidistrikts von Rhodessa schließt der ansprechend geschriebene und gedankenreiche Reisebericht Michaelsens.

Kleine Mitteilungen.

Einer der auffälligsten Sätze der Theorie Lombrosos über die Entstehung des Genies besagte, daß die lokale Bodengestaltung mit dem Auftreten des letzteren in Verbindung stehe. (Die letzte Fassung dieser Lehre findet sich in der 4. französischen Ausgabe von Lombrosos Buch „Der geniale Mensch“, Paris 1909, S. 160 und folgende.) Doch verlor speziell diese These manches Befremdende durch die Überlegung, daß besonders die künstlerische Entwicklung durch die bevorzugte landschaftliche Gestaltung einer Gegend infolge der Steigerung des „Naturgefühls“ u. dergl. eine Förderung erfahren könne. In diesem Zusammenhange erscheint z. B. auch der Dichterreichtum des landschaftlich ausgezeichneten Schwaben vielleicht erklärlicher. Nun ist aber von Interesse, daß Lombroso den ästhetischen Faktor bei seiner Zusammenstellung gar nicht im Auge gehabt hat, sondern daß er die biologisch begünstigenden geniotypischen Ursachen in ganz anderen Dingen suchte: in dem geringeren Luftdruck (der allzu niedere Atmosphärendruck in großen Höhen soll wieder abträglich wirken), in dem stimulierenden Einfluß der rascheren Verdunstung auf den Stoffwechsel des Nervensystems, in der Abwesenheit pathogener Schädlichkeiten, wie sie in Sumpfgegenden und Niederungen oft vorhanden sind u. dergl. m. Daneben gibt Lombroso die Wichtigkeit der gleichzeitigen Herkunft aus großen Kulturzentren zu und erklärt z. B. aus den eben erwähnten verschiedenen Umständen die Ursache der besonderen Fruchtbarkeit an Genies, die z. B. Florenz gezeigt hat. Doch handelt es sich bei den Florentiner Genialen wieder vorwiegend um Künstler. Im ganzen dürfte die Frage, soweit sie etwa einen tatsächlichen Kern enthält, recht verwickelt liegen. Es gibt nicht gar viele Äußerungen von anderer Seite zu dem gedachten Thema. Deshalb möge ein hierher gehöriger Passus an dieser Stelle einen Platz finden, der Hermann Linggs Autobiographie („Meine Lebensreise“, Berlin und Leipzig, 1899) entnommen ist. Das poetische Hauptwerk Linggs, der sowohl lyrische als auch epische und dramatische Dichtungen abgefaßt hat,

ist das Epos „Die Völkerwanderung“. Es ist nun in obigem Zusammenhange nicht ohne Interesse, was der Dichter über die Entstehung dieser Gattung seiner Dichtungen zu sagen weiß. Lingg, aus Lindau im Bodensee gebürtig, war ursprünglich Arzt und in der Geschichte auch den naturwissenschaftlich-historischen Studien nicht fremd geblieben. Deshalb dürfte die in Rede stehende Auslassung um so größere Beachtung verdienen. Die Stelle (S. 47, l. c.) lautet: „Ein liebliches Tal mit blumenreichen Wiesen, Blütenbäumen und lauterer Quellen wird uns anmuten wie ein lyrisches Gedicht, wogegen eine Landschaft mit erratischen Blöcken und den Spuren vulkanischer Tätigkeit an uns die Frage stellt: Was ging hier vor, was ist hier geschehen? Das ist dramatisch, während langgezogene Linien der Berge wie große Heereszüge gemahnen, aus denen aufragend Gipfel wie Heroen erscheinen, und die weitwogenden Wassermengen an mächtige Völkerbewegungen erinnern. So möchte ich behaupten, die landschaftliche Gestaltung der Erdoberfläche am oberen Teile des Bodensees trägt ein episches Gepräge; die schönen Linien der Berge, über die noch höhere, mit ewigem Schnee bedeckte aufragen, die weite Fläche der See, bald in lieblichem Blau sich ausbreitend, bald von Stürmen und Gewittern erregt, der weite Horizont mit zahllosen Sternen besät, all das mahnt außerdem noch an die Wiege des epischen Gesanges, an die Gestade des Mittelmeers, seine Inseln, Buchten und Vorgebirge. Auch diese Eindrücke gehören zu den unbewußt ruhenden elementaren Grundlagen, die in der „Völkerwanderung“ zum Ausdruck gelangten.“ Es sei hier hinzugefügt, daß sich Lingg zuerst der lyrischen (und dramatischen) Dichtung zugewandt hatte, und daß sein Entschluß, einzelne historisch-poetische Bruchstücke, die er daneben abgefaßt hatte, zu einem Epos auszugestalten, erst verhältnismäßig spät in ihm auftauchte.

E. J.

Vor kurzem ist der erste Bericht über die von der Wiener Anthropologischen Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien in den Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft (September 1915) erschienen und später in der Oktober-sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien von Prof. Dr. R. Pösch vorgelegt worden. Die zur Durchführung des Unternehmens notwendigen Mittel wurden von den beiden genannten gelehrten Gesellschaften aufgebracht. Das Entgegenkommen des k. u. k. Kriegsministeriums ermöglichte es, in den drei Gefangenenlagern von Eger, Reichenbach und Theresienstadt anthropologische Untersuchungen anzustellen. Bis Oktober 1915 waren 2304 Individuen der Turkvölker (Baschkiren, Tataren, Nogaier, Mischeren), der finnischen Völker (Esten, Wotjaken, Tschuwaschen, Mordwinen), der Kaukasusvölker (Awaren, Grusiner, Armenier), ferner Letten, Littauer und Moldawaner und außerdem noch 800 Großrussen und 400 Kleineren untersucht. Diese einzigartige durch die Kriegslage geschaffene Forschungsmöglichkeit wurde von Pösch und seinen Mitarbeitern in für die Wissenschaft wertvollster Weise ausbeutet. Zunächst stellten sie an jedem Individuum die wichtigsten anthropologischen Körpermaße fest, dann beobachteten sie die Weichteile des Gesichts, die Haut- und Haarfarbe. Außerdem wurden die typischen Vertreter jeder Gruppe photographiert und eine große Anzahl von Gipsabgüssen des Gesichts und des ganzen Kopfes hergestellt. Auch in ethnologischer Beziehung ergab sich manches In-

teressante. Tänze, industrielle Vorrichtungen wurden mittels Kinematograph festgehalten, ferner von den Kriegsgefangenen verfertigte Gegenstände bodenständiger Art sowie einige Hausmodelle erworben, und schließlich von den verschiedenen Sprachen, Dialekten, Volksliedern und Instrumentalvorträgen phonographische Aufnahmen gemacht. Sämtliche Messungen führten Pöck und seine Mitarbeiter mittels Martins Instrumentarium unter Benutzung seines Meßblattes aus. In anthropologischen Kreisen sieht man voll Erwartung den definitiven Resultaten dieser großen wissenschaftlichen Untersuchungen entgegen, und es ist sehr zu begrüßen, daß gleichzeitig auch in Deutschland Dr. F. Lenz im Gefangenenlager von Puchheim bei München ähnliche Erhebungen vorgenommen hat, über die Näheres aber noch nicht bekannt ist. St. O.

Daß bei der Untersuchung menschlicher Gruppen die Haarfarbe, -form und -dicke als wichtige Rassenmerkmale aufgefaßt werden müssen, beweist E. Scheffelt in seinen **Rassenanatomischen Untersuchungen an europäischen Haaren** (Arch. Anthropol. 1915, N. F. Bd. XIV, H. 2, S. 98). Allerdings ist sein Untersuchungsmaterial bei der großen Variationsmöglichkeit der Haarfarbe und -form nicht groß genug, um definitive Schlüsse zu erlauben; daher hat sich Verfasser auch in der Hauptsache auf Mitteleuropa beschränkt. In Österreich und Bayern herrscht Dünghaarigkeit vor (mittlerer größter Haardickenquerschnitt dicht an der Kopfhaut gemessen: 0,0750 mm), dagegen zeichnet sich Homo alpinus, z. B. in Graubünden (0,1485 mm) und im mittleren Schwarzwald (0,1350 mm), durch große Haardicke aus. Auffallend ist ferner der Haardickenunterschied der besseren (0,10593 mm) gegenüber den niederen Ständen (0,11618 mm) z. B. in Thüringen, Sachsen und Hannover, sowie der Männer (0,10759 mm) gegenüber den Frauen (0,09150 mm). Des Europäers Haarform ist in der Regel lockig oder schlicht, ganz selten findet sich als Beimengung das straffe Mongolen- oder das spiralig gewundene Negerhaar. Die Haarfarbe hat Verfasser an seinem Material nach E. Fischers vorzüglicher Haarfarbentafel bestimmt. Die dunkelsten Haare fand er bei den Graubündnern, die blondesten bei Thüringer Männern und norddeutschen Frauen. Daß dunkle Haare nicht immer mit dunkler Haut- und Augenfarbe korrelieren, ist bekannt; in der Regel wird aber starker Pigmentgehalt dunkle Haare, Haut und Augen, schwache den hellen Typus hervorbringen und gänzlicher Pigmentmangel sogenannte Albinos (weiße Haare, weiße Haut und rote Augen) erzeugen. Nicht bekannt ist dagegen, daß eine Korrelation zwischen Haardicke und -farbe bestehen kann, nämlich daß schwarz-braunes Haar meist auch dick ist, wozu fast immer dunkle Augen kommen, während umgekehrt Haardünne mit Blondheit und blauer Augenfarbe zusammentrifft. Verfasser hat in Tabellen eine gute Übersicht über seine Resultate gegeben. Trotzdem wäre noch manches, wie er selbst im Schlußwort zugibt, beizufügen gewesen. Denn für die Haarform, die ja ein bedeutendes Rassenmerkmal darstellt, ist so wohl der Haarquerschnitt wie die Einpflanzung des Haares in die Kopfhaut maßgebend. Über beides hat sich Scheffelt so gut wie nicht geäußert; denn es genügt doch wohl nicht, zu sagen, „daß den eigentlichen Vertretern der blonden nordischen Rasse Haar mit rundem Querschnitt zukommt“. Rund auf dem Querschnitt ist vorwiegend das Mongolenhaar, das Europäerhaar hingegen eher oval und das Negerhaar bohnenförmig. Ebenso verschieden ist

die Haareinpflanzung in die Kopfhaut: beim Mongolen etwa in einem Winkel von 90°, beim Europäer in ca. 45° und beim Neger ist die Follikelkrümmung säbelförmig (vergl. Martin [1914], Lehrbuch der Anthropologie, S. 391). Beide Eigenschaften des Haares sind bemerkenswerte Rasseerscheinungen, denen bis in die feinsten Unterschiede nachzugehen es sich auch gewiß für europäische Haaruntersuchungen lohnen würde.

St. O.

Der Flugmechanismus der fliegenden Fische. Zu einer Zeit, als Untersuchungen über flugtechnische Fragen noch kein allgemeines Interesse, kaum hier und da Verständnis fanden, hat Ahlborn wichtige Versuche über Aufgaben aus der Aerodynamik angestellt. Mit Kenntnissen ausgerüstet, wie sie damals wohl kein Biologe besaß, hat er im Jahre 1895 eine Abhandlung über den Flug der Fische veröffentlicht, die ihn zu dem Resultat führte, daß es sich bei dieser Erscheinung, die jeden lebhaft überrascht, der sie zum ersten Male sieht, nicht um eine aktive Flugtätigkeit der Fische in der Luft handelt. Gegenüber abweichenden Anschauungen, die seitdem aufgetaucht sind, stellt er jetzt zusammenfassend die anatomischen und aerodynamischen Verhältnisse des Fischfluges nochmals dar (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 115, Heft 3, S. 368—381, 1916). Die Fische erteilen sich die Geschwindigkeit, mit der sie in die Luft hineinschießen, durch lebhafteste Schwimmbewegungen im Wasser. Da die Schwanzflosse unsymmetrisch gebaut ist, nimmt die Körperachse eine nach vorn aufsteigende Richtung an, und die Tiere kommen endlich automatisch aus dem Wasser in die Luft. Nun entfalten sich die großen Brust- und Bauchflossen und dienen als tragende Flächen, als Drachenflächen. Die schwache Muskulatur der Flossen ist ihrer Masse wie ihrer Anordnung nach nicht geeignet, aktive „Flügelschläge“ der Flossen in der Luft zu ermöglichen, sie dient nur zum Entfalten, Spannen und Zusammenlegen der Flossen. Die verschiedenen Arten von Bewegungen, die an ihnen beobachtet worden sind, können leicht als passive erklärt werden.

Wenn Ahlborn über den Flug sagt, daß er allein durch die vorher im Wasser gewonnene lebendige Kraft unterhalten wird und sein Ende erreicht, wenn sie durch den Luftwiderstand aufgebraucht ist, so bedarf diese Feststellung einer Ergänzung: Bei völlig ruhender Wasseroberfläche und wirbelfreier ruhender Luft würde der Flug tatsächlich ein solcher reiner „Pfeilflug“ (nach Ahlborn) sein. Die Turbulenz der Luft über dem bewegten Wasser, unter Umständen aufsteigende Luftströme an den Abhängen der Wellenberge, können aber als äußere Energiequelle dienen und den Pfeilflug in einen Schwebeflug umwandeln. Nur dadurch wird es erklärlich, daß die Fische mitunter 100—120 m, ja sogar 450 m durchgleiten können, obgleich sie sich dabei kaum höher als 1 m über die Wasserfläche erheben. Wir kennen keine schrägbewegte Platte, die ein Sinkverhältnis von 1:100 oder gar 1:450 hätte. Die Fische nutzen dieselbe Energie aus wie der Albatros, bei dem aus stoffwechselphysiologischen Gründen abzuleiten ist, daß er, über die Wellen dahinsegelnd, in der vertikalen Komponente der Luftbewegungen eine Energiequelle findet, die ihm seine Dauerflüge ermöglicht (s. „Naturwiss.“ 2. Jahrg., Heft 29).

A. P.

Die Nahrung der Copepoden. Kotuntersuchungen geben nur dann Auskunft über die Art und Menge der aufgenommenen Nahrung eines Tieres, wenn die Nah-

rung unverdauliche Teile enthält. Untersuchungen des Darminhalts, die bei lebenden Tieren auch solche Bestandteile der Nahrung zeigen, die völlig verdaulich und resorbierbar sind, können bei getöteten und längere Zeit konservierten Tieren erfolglos sein, da die Auflösung durch Verdauungsfermente nach dem Tode weiergeht. Unter Berücksichtigung dieser methodischen Gesichtspunkte ist eine Studie von Esterly bemerkenswert (*University of California Publications in Zoology* Vol. 16, p. 171—184, 1916), die die Frage nach der Nahrung der Copepoden durch mikroskopische Untersuchungen zu beantworten sucht. Das wesentlichste Resultat ist, daß der Darminhalt „überraschend“ spärlich ist. Neben geringen Zahlen kleiner und kleinster Organismen, die meist dem Nannoplankton angehören, findet sich häufig in wechselnder Menge eine grünliche Masse, deren Herkunft nicht aufgeklärt wurde (Sekret oder Exkret des Darmepithels? P.). Für diesen Mangel kann nicht immer die Erklärung herangezogen werden, daß die Nahrung aus nackten, skelettlosen Organismen bestanden habe, denn z. B. bei *Eucalanus elongatus*, der in zahlreichen Stücken lebend untersucht wurde, waren niemals erkennbare Rückstände irgendwelcher verspeisten Organismen zu finden. Es besteht ein augenfälliges Mißverhältnis zwischen dem gänzlichen Mangel an Darminhalt bzw. der geringen Menge des Darminhaltes und dem verhältnismäßig hohen Nahrungsbedarf, wie er sich aus dem Sauerstoffverbrauch der Copepoden ergibt. „Überraschend“ ist der Befund nur für den, der die Beweiskraft der Untersuchungen nicht erkennt, die ich seit 1907 über die Frage der Ernährung der Wassertiere veröffentlicht habe und die zu dem Ergebnis führen, daß bei sehr vielen Wassertieren die gelösten organischen Verbindungen, die in den natürlichen Wässern kaum jemals, im Meerwasser nie fehlen, einen wesentlichen Anteil an der Ernährung nehmen.

A. P.

Chemische und bakteriologische Untersuchungen über frische Eier und Handelseier. Die von verschiedenen amerikanischen Versuchsanstalten erhaltenen Ergebnisse sind im *Bulletin of the U. S. Department of Agriculture* Nr. 51, S. 77 usw. mit 8 Farbendrucktafeln, Washington 1915) veröffentlicht. Näheres über diese Mitteilungen findet sich in der internationalen agrartechnischen Rundschau (Berlin, P. Parey) wiedergegeben. Die wichtigsten Punkte daraus sind die folgenden: Es werden zunächst frische Tageseier und die gewöhnlichen Handelseier unterschieden. Unter den erstgenannten pflegt man in den Vereinigten Staaten solche Eier zu verstehen, die vor weniger als 24 Stunden gelegt wurden und an einem frischen, kühlen Orte aufbewahrt werden. Bei den übrigen Eiern, den Handelseiern, werden nicht bebrütete und bebrütete Eier unterschieden. Die Versuche mit Eiern aus diesen Klassen, die übrigens in der für

gewöhnlich üblichen Weise geöffnet wurden, haben folgendes ergeben:

1. Die im Juli und August gesammelten Eier enthielten sehr wenig Kleinwesen und in mehreren Fällen besaßen sie keine Kolibakterien.

2. Die Mehrzahl der Eierproben der 2. Klasse mit reiner Schale hatten verhältnismäßig wenig Bakterien, denn nur 8,3 % von ihnen besaßen mehr als 1 Million Keime in einem Gramm Masse.

3. Eierproben mit schmutziger Schale, mit Rissen, und die Eier mit einem Dotter, das sich mit dem Eiweiß vermischte, besaßen über 1 Million Keime auf 1 g Masse, und zwar 16,6 % bzw. 18,8 % bzw. 20 %. Sie waren merkwürdigerweise freier von Kolibakterien als die 2. Gruppe.

4. Die Eier mit einem Blutrings enthielten verhältnismäßig wenig Bakterien; die mit einem breiten Ring waren meistens bakterienreicher, als die mit schmalen Ring: Die Mehrzahl enthielt weniger als 10 Kolibakterien im Gramm Eimasse.

5. Die Eiweißzersetzung war nach der Bestimmung des NH_3 -Stickstoffes bei den einzelnen Arten der Handelseier größer als bei den Tageseiern; doch war sie kleiner als die vieler Eier des Kleinverkaufs. Wenn gleich eine gerissene oder beschmutzte Schale der Ansteckungsgefahr und damit der Zersetzung der Eier leicht Vorschub leistet, so zeigten doch die Versuche, daß solche Eier ebensogut haltbar sind, wie die der 2. Klasse mit reiner Schale und die im August und Juli gesammelten als beste geltenden Eier.

6. Diese im Juli und August gesammelten Eier und die Eier 2. Güte mit gerissener oder verschmutzter Schale können ohne Bedenken in der Küche und in der Zuckerbäckerei verwandt werden.

7. Mit Bakterien waren behaftet: die Mehrzahl der Eierproben, bei denen das Eiweiß mit dem Dotter zusammenfloß, die meisten Eierproben, bei denen das Dotter an der Schale länger hängen blieb, alle Eierproben, die teilweise oder ganz verschimmelt waren, alle Proben, deren Eiweiß grünlich gefärbt oder deren Dotter an der Schale stark haften blieb. Kolibakterien waren in den meisten Proben vorhanden: sie wurden vorwiegend in den verschimmelten Eiern angetroffen.

8. Alle Eier, deren Eidotter an der Schale leicht haften blieb, waren in chemischer Hinsicht etwas minderwertiger als die Kücheneier 2. Güte, während die verschimmelten Eier, ferner die Eier, deren Eigelb und Eiweiß zusammenfloßen, dann die Eier mit grünlichem Eiweiß und endlich die Eier, deren Dotter an der Schale stark hängen blieb, gewöhnlich auch stärker verdorben waren. Die Eier mit schwarzer Spitze enthielten 5 mal mehr NH_3 -Stickstoff als die Eier der vorerwähnten Gruppen. Abgesehen von den Eiern, deren Eidotter an der Schale nur leicht kleben bleibt, sollten die Eier aller anderen hier genannten Gruppen weder in der Küche, noch in der Bäckerei Verwendung finden.

B. II.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

20. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Zur Veröffentlichung in den Sitzungsberichten wurden folgende Arbeiten vorgelegt:

1. Von Herrn Stückel eine Arbeit von O. Perron: *Herleitung des mit $\sqrt{D(x)}$ korrespondierenden Kettenbruchs, wenn $D(x)$ ein Polynom dritten Grades ist.* Die von Jacobi im Jahre 1831 in Angriff genommene Aufgabe der Kettenbruchentwicklungen von Quadratwurzeln aus Polynomen wird auf Grund eines, in dem Lehrbuch des Verfassers über Kettenbrüche entwickelten Verfahrens für den Fall der Polynome drit-

ten Grades durchgeführt. Die explizite Darstellung der Teilzähler gelingt, indem die Koeffizienten des Polynoms mittels der Weierstraßschen p -Funktion eines Argumentes ξ dargestellt werden, und es ergeben sich auf diese Art Ausdrücke, die in einfacher Art aus Sigmafunktionen der Vielfachen von ξ aufgebaut sind.

2. Eine Arbeit von Herrn Leo Koenigsberger: *Kriterien für die Irreduktibilität einer Klasse homogener linearer Differentialgleichungen*. Der früher von dem Verfasser auf algebraischem und funktionalem Wege verallgemeinerte Eisensteinsche Satz über die Irreduktibilität algebraischer Gleichungen im rationalen Zahlenkörper wird auf die Untersuchung homogener linearer Differentialgleichungen beliebiger Ordnung ausgedehnt, deren Koeffizienten mit Ausnahme des letzten einen gemeinsamen linearen Teiler besitzen, der im ersten Koeffizienten nur einfach enthalten ist.

Hieran schließen sich geschäftliche Verhandlungen, sowie die Bewilligung einer Unterstützung von 300 M. für eine wissenschaftliche Arbeit.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

25. Mai. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Selbständige Werke oder neue, der Akademie bisher nicht zugekommene Periodica sind eingelangt:

Müller, Emil, Dr.: Lehrbuch der Darstellenden Geometrie für technische Hochschulen. Zweiter Band, zweites Heft. Mit 188 Figuren im Text. Leipzig und Berlin. 1916. 8°.

Das w. M. Hofrat K. Grobben legt eine vorläufige Mitteilung von Dr. Otto v. Wettstein vor, betitelt: *Neue Gerbillinae aus Nordostafrika*. Aus Kordofan werden beschrieben: 1. *Gerbillus (Tatera) rufa* n. sp., 2. *G. (Taterillus) kadugliensis* n. sp., *Taterina* n. subgen., 3. *Taterina lorenzi* n. subgen., n. sp., 4. *Desmodilliscus braueri* n. gen., n. sp.

Das w. M. Hofrat K. Toldt legt den zweiten Bericht über die anthropologischen Studien in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern von Prof. Dr. Rudolf Pösch vor.

Ein neuerliches Ansuchen um Vornahme anthropologischer Untersuchungen in dem k. u. k. Kriegs-

gefangenenlager Bruck-Királyhida wurde von seiten des k. u. k. Kriegsministeriums bewilligt. Es fanden am 16. Jänner, 6. und 27. Februar, 12. und 26. März Besuche des Lagers statt. Der Chefarzt des Lagers, Dr. R. Raabe, unterstützte die Arbeiten durch fachmännische Vorbereitung.

Prof. Dr. K. Brunner übersendet eine von Prof. J. Zehenter im Chemischen Laboratorium der k. k. Oberrealschule in Innsbruck ausgeführte Arbeit unter dem Titel: *Über Paraoxytolylsulfon*. In derselben wird zuerst eine gegenüber der umständlichen Methode *Tassinari* einfache Darstellungsweise für das Paraoxytolylsulfon (p -Dimethyloxysulfobenzid), im wesentlichen in der Einwirkung von Vitriolöl auf im Überschuß vorhandenen p -Kresol bestehend, angegeben. Als Nebenprodukte bilden sich dabei in größerer Menge 4-Kresol-3-Sulfonsäure, in geringer Menge 4-Kresol-2-Sulfonsäure und wahrscheinlich Diparatolyloxyd.

Das w. M. Hofrat R. v. Wettstein legt eine Abhandlung von Dr. August v. Hayek vor, betitelt: *Beitrag zur Kenntnis der Flora des albanisch-montenegrinischen Grenzgebietes (Bearbeitung der von J. Dörfler im Jahre 1914 auf einer im Auftrage der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften unternommenen Forschungsreise gesammelten Farn- und Blütenpflanzen)*.

Das k. M. Hofrat Prof. Dr. Emil Müller übersendet eine Arbeit mit dem Titel: *Schraubflächen und Strahlgewinde*.

Das w. M. Prof. R. Wegscheider legt eine Arbeit von Gertrud Kornfeld in Prag vor, betitelt: *Ein Beitrag zur Frage der Überschreitungerscheinungen*.

Folgende versiegelte Schreiben zur Wahrung der Priorität sind eingelangt: 1. von Dr. Alfred Adler in Wien mit der Aufschrift „Epilepsie“; 2. von Herrn Ludwig Kral mit der Aufschrift: Automatisch ausschaltbare Abziehungsvorrichtung eines am Flugapparat angebrachten Maschinengewehres.

Dr. Karl Federhofer in Graz übersendet eine Abhandlung, betitelt: *Über die Stabilität flacher Kugelschalen*. (1. Mitteilung.)

Dr. Anton Planitzer in Lemberg übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: *Erzeugnisse projektiver Involutionen höheren Grades, deren Träger unikursale Gebilde sind*.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere; Band 39, Heft 2, 1916.

Zur Entwicklungsgeschichte des Walschädels; von Kurt Schreiber (+).

Anatomie und Histologie von *Bythinella Dunkeri*; von Aloys Bregenzer. *Bythinella* weist verwandtschaftliche Beziehungen zu *Hydrobia* und besonders nahe zu der ebenfalls stenothermen Höhlenschnecke *Vitrella* auf. Wie diese besitzt sie besondere Pro- und Metapodialganglien, desgleichen besondere Tentakelganglien und ein deutlich ausgebildetes Osradialganglion. Die bei *Hydrobia* bereits vollendete Verschmelzung der Cerebral- und Pleuralganglien ist bei *Bythinella* für die rechte Seite bereits angebahnt, bei *Vitrella* dagegen nicht. Mit *Hydrobia* hat *Bythinella* den Besitz der über den beiden Hauptknorpeln des Zungenbulbus gelegenen reduzierten Knorpelspangen gemeinsam, unterscheidet sich von ihr aber durch den Besitz von nur zwei Speicheldrüsen, die dem vorderen Speicheldrüsenpaar von *Hydrobia* entsprechen, nicht dagegen dem gleichfalls nur in Einzahl vorhandenen Speicheldrüsenpaar von *Vitrella*. Den Bau der weiblichen Generationsorgane, und der männlichen mit Ausnahme des Penis, hat *Bythinella* mit *Vitrella* gemeinsam. Von allen bisher genauer bekannten Hydrobiiden ist *Bythinella Dunkeri* durch den Besitz eines in einem besonderen Wimpern tragenden Magenblind-

sack liegenden Kristallstiels ausgezeichnet. Die Sexualtemperatur beträgt 8° C, die Schnecke laicht im Winter.

Zur Kenntnis der Innervierung und der Sinnesorgane der Flügel von Insekten; von Elisabeth Erhardt.

Studien zur Naturgeschichte der Protozoen; von Franz Doflein. In dem Heft werden neue Beobachtungen über das Protoplasma und die Pseudopodien von Rhizopoden mitgeteilt, welche an die klassischen Untersuchungen von Max Schultze anknüpfen. Mit der Methode der Dunkelfeldbeleuchtung wurde festgestellt, daß die feinsten Pseudopodien der Heliozoen und Jaminiferen einen festen Achsenfaden besitzen, während bei Amöben und Thekamöben vielfach die Außenschicht des Plasmas die größte Festigkeit besitzt. In einem besonderen Kapitel werden die physikalischen Grundlagen des Verhaltens der Pseudopodien erörtert und zum Teil experimentell untersucht.

Beiträge zur allgemeinen Botanik; Bd. 1, Heft 1, 1916.

Das Pflanzenphysiologische Institut der Universität Berlin; von G. Haberlandt.

Über den Geotropismus einiger Infloreszenzachsen und Blütenstiele; von O. Bannert.

Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes in wachsenden Haaren; von E. Windel.

Über den anatomischen Bau der Wurzelhaube einiger

Glumifloren und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens; von W. Rasch.

Untersuchungen an Makrogametophyten von Piperaceen; von R. Häuser. Die Entwicklung des Nuzellus wird eingehend dargelegt für *Peperomia magnoliifolia*, *marmorata*, *blanda* und *resedifera* sowie für *Piper subpeltatum*. Bei den einzelnen *Peperomia*-Arten werden bedeutende Unterschiede in der Bildungsweise der Embryosackzelle festgestellt, die im Zusammenhang mit den sonst bei Phanerogamen beobachteten Fällen im Rahmen der Coulter'schen Makrosporetheorie beschrieben werden. Die Organisation des achtkernigen Gametophyten von *Piper* und der sechzehn-kernigen der *Peperomia*-Arten sowie ihr Verhalten bei der Befruchtung (*P. magnoliifolia*) wird in den einzelnen Schritten und ebenfalls vergleichend dargelegt.

Zeitschrift für Botanik; Jahrgang 8, Heft 2, 1916.

Die Eiweißproben, makroskopisch angewendet auf Pflanzen; von H. Molisch. Ähnlich wie Sachs seinerzeit ein Verfahren bekanntgemacht hat, um den Gehalt und die Verteilung der Stärke in einem ganzen Blatte zu veranschaulichen, so hat Molisch eine analoge Methode für das Eiweiß ausgearbeitet. Nach dieser gelingt es unter Anwendung der üblichen Eiweißreaktionen leicht, das Eiweiß in einem Organ oder selbst in der ganzen Pflanze makroskopisch zur Anschauung zu bringen oder die Auswanderung des Eiweißes bei der Vergilbung des Blattes darzutun.

Die Entwicklungsgeschichte von Griffithsia coralina (Lightf. Ag.); von H. Kytin. In cytologischer Hinsicht wird nachgewiesen, daß die haploide Chromosomenzahl dieser Alge 20 beträgt. Die Reduktionsteilung geht bei der Bildung der Tetrastadien von statt. Die tetrasporonttragenden Individuen sind diploid, die geschlechtlichen dagegen haploid. Bemerkenswert ist, daß die großen Zellen der vegetativen Triebe mehrere tausend Zellkerne enthalten. Die Entwicklung der männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorgane wird eingehend beschrieben, ebenso die Befruchtung und die Entwicklung der Gonimoblasten.

Zeitschrift für Botanik; Jahrgang 8, Heft 3, 1916.

Die Perzeption des Lichtreizes bei den Oscillarien und ihre Reaktionen auf Intensitätsschwankungen; von W. Nienburg. Während chemische Reize von den Oscillarien mit den Spitzen ihres fadenförmigen Körpers wahrgenommen werden, gilt das für den Lichtreiz nicht, sondern für diesen ist der ganze Faden in gleicher Weise reizempfindlich. Ein Lichtreiz gleicher Intensität wird um so stärker empfunden, je größer die vom Reiz getroffene Körperoberfläche ist. Auch die Leitung geht wesentlich anders vor sich als beim chemischen Reiz, vor allem kann ein durch Beschattung hervorgerufener Reiz über ein beleuchtetes Stück des Fadens nicht hinweggeleitet werden. Die Geschwindigkeit der Kriechbewegung ist annähernd proportional der Intensität der Beleuchtung. Ein starker Intensitätswechsel von hell in dunkel bewirkt Umkehr der Bewegungsrichtung, während der umgekehrte Wechsel ohne Einfluß auf die Richtung der Bewegung ist. Phototropische Krümmungen sind nicht zu beobachten. Trotzdem muß es unentschieden bleiben, ob die Phototaxis nur durch Helligkeitsdifferenzen bedingt wird oder die Richtung des Lichtes bei ihrem Zustandekommen mitwirkt.

Beiträge zur Biologie der Pflanzen;
Band 13, Heft 1, 1916.

Über die Gasbewegung in dikotylen Holzgewächsen und die chemische Zusammensetzung der durchgesogenen Luft in ihrer Abhängigkeit von physikalischen und physiologischen Faktoren; von Gerhard Lindner. Eine eingehende Untersuchung über den Gasstrom in dikotylen Hölzern, seine Wege, seine Ursachen und seine chemische Zusammensetzung ergab neue und sehr wert-

volle Aufschlüsse über die Ökonomie der Wasserversorgung bei Dikotylen und bemerkenswerte neue Gesichtspunkte für das alte Problem des Saftsteigens. Viele ältere Kontroversen über einschlägige Fragen fanden zugleich ihre Erledigung.

Studie zur Stammesgeschichte der Gefäßpflanzen auf Grund vergleichend-anatomischer und ökologischer Untersuchungen; von R. Schaepe. Verfasser untersucht einige Pteridodophyten (*Ophioglossum*, *Lycopodium*, *Selaginella*, *Psilotum*) auf die vergleichende Anatomie des leitenden und stützenden Gewebes, ausgehend von ökologischen Gesichtspunkten. Dabei kommt er zu einer neuen Auffassung über die Art des Achsenbaues der Gefäßpflanzen. Die Beobachtungen werden für die Stammesgeschichte verwertet, und der Versuch wird gemacht, zu zeigen, daß von der vergleichenden Anatomie, die in der Zoologie die Grundlage phylogenetischer Forschung bildet, auch in der Botanik für diesen Zweig der Wissenschaft Aufschlüsse zu erwarten sind.

Zeitschrift für angewandte Entomologie;
Band 3, Heft 1, 1916.

Die Ausbildung des Geschlechtes bei der Honigbiene (Apis mellifica L.). I. Die postembryonale Entwicklung des Geschlechtsapparates; von Enoch Zander. Die Arbeit enthält eingehende Untersuchungen über die Entwicklung des äußeren und inneren Geschlechtsapparates der Königin, Drohne und Arbeiterin während der Larven- und Puppenzeit. Sie bringt vor allen Dingen eine gründliche Widerlegung der Behauptung, daß die junge Arbeiterlarve zwitteriger Natur sei und zu Königinnen und Drohnen erzogen werden könnte. Sie ist ein echtes Weibchen, dessen Umbildung in eine Drohne ganz undenkbar ist.

Die Fichtengespinstblattwespe (Lyda hypotrophica Htg.) im Roggenburger Forst; von Parst.

Beiträge zur Biologie und Anatomie der Fichtengespinstblattwespe, Lyda hypotrophica Htg. (= Cephaloleia abietis L.); von Franz Scheidter. 1. Bei diesem Forstschädling treten die zukünftigen Puppen- bzw. Imaginalaugen bereits 6—8 Monate vor dem Schwärmen der Wespen auf. Hinweis auf andere Insekten, bei denen ein gleiches der Fall ist. 2. Die Zahl der Eier eines Weibchens beträgt ca. 100—120 Stück, Zahl der Eiröhren 16, Zahl der Eier in jeder Ovariole 6—8. 3. Die Geschlechtsorgane sind in beiden Geschlechtern schon im Larvenstadium 6—8 Monate vor dem Schwärmen der Wespen sehr weit ausgebildet. Zahl der Ovariolen und Hodenfollikel bei dieser Art sehr konstant gegenüber anderen nächstverwandten Hymenopteren. 4. Farbe der Lydalarven verschieden. Farbe des Blutes in beiden Geschlechtern gleich, entgegen den Untersuchungen von Gayer und Steche an anderen Insekten, die darin einen sekundären Geschlechtscharakter sehen. 5. Neben Tachinen wurde ein Ichneumon, *Proctosus rufinus* Schmiedeknecht, aus den Larven gezogen. Unter den gegen diesen Schädling angelegten Leimringen sammelte sich eine verschiedenartige Fauna an (Leimringfauna). 6. Würdigung der bisher gegen die Lyda in Anwendung gebrachten Bekämpfungsmaßnahmen.

Ein Beitrag zur Fliegenplage; von Albrecht Hase. Es werden die hauptsächlichsten Arten zunächst angeführt, welche die Fliegenschwärme in Russisch-Polen ausmachen. Dann wird die Fliegenplage selbst und ihre Bedeutung in hygienischer Beziehung geschildert an der Hand von eigenen Erlebnissen in Polen im Sommer 1915. Schließlich werden die dort ergriffenen Abwehrmaßnahmen und ihr Erfolg erläutert und Vorschläge für eine wirksame Bekämpfung gegeben.

Der volle Erfolg der biologischen Bekämpfung der Schildlaus des Maulbeerbaumes (Diaspis Pentagona T. T.); von Johannes Bolle. Dieser in Oberitalien verheerend aufgetretene Schädling widerstand jeder Behandlung mit Insektiziden. Hingegen durch die von Prof. Berlese in Florenz angeregte künstliche Verbreitung seines aus Japan und Nordamerika eingeführten

Feindes, der kleinen Wespe *Prospaltella Berlesei*, ist das Übel vollkommen eingedämmt worden. Die künstliche Verbreitung dieses Endoparasiten erfolgte durch Aussetzen von kranken Maulbeerbaumzweigen, auf welchen die Diaspis mit der *Prospaltella* bereits infiziert war.

Düngung und Insektenbefall; von L. Reh. Im allgemeinen gilt die Regel, daß durch gute Düngung der Pflanzen die Schadinsekten unserer Kulturpflanzen am besten zu bekämpfen seien. Um so auffälliger war, was Kgl. Ökonomierat Hoffmann (Speyer) berichtet, wie gerade gut gedüngte bzw. auf gut bearbeitetem Boden stehende Obstbäume besonders stark durch Raupen, namentlich von Gespinstmotten, befallen waren, und umgekehrt. Verfasser zeigt nun, wie manche Tatsachen und Beobachtungen diese merkwürdige Behauptung stützen, so besonders die, daß unsere Kulturpflanzen von den Insekten ihren wilden Verwandten vorgezogen werden. Jede Düngung und Pflege macht die Pflanzenteile weicher, saftiger, schmackhafter durch Ausschaltung oder Verringerung der Schutzstoffe. Andererseits hilft jede Düngung und Pflege den Pflanzen auch leichter über die Insekten-schäden hinweg.

Die Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz) — ein Musterbeispiel technischer Schädlingbekämpfung; von Karl Escherich. Vor 16 Jahren befand sich der herrliche Bienwald in einem arg bedrohten Zustand: die Maikäfer hatten sich im Laufe der letzten Jahrzehnte so stark vermehrt, daß keine Kultur mehr hochzubekommen war und auch die alten Bäume anfangen, abzusterben. Ganze Abteilungen des Waldes schienen deshalb dem Untergange geweiht. Ein seit 15 Jahren konsequent durchgeführter Kampf, bestehend in der Schaffung von Zwangsfräßplätzen und in einem durch zahlreiche Sektionen ausgeführten Ab-sammeln der Käfer auf große Fangtücher, tat der Über-vermehrung des Schädling Einhalt, so daß heute die Gefahr abgewehrt ist. Die Gesamtkosten des 15-jährigen Kampfes betrugen ca. 57 000 M., dem heute ein jährlicher Gewinn (an Zuwachsmehrung) von 75 000 M. entgegensteht. Wir haben wenige Beispiele in der Geschichte der Bekämpfung solch hartnäckiger Schädlinge, die einen so offensichtlichen Erfolg aufweisen.

Über die Pteromalinengattung *Platyterma* Walker (1834) und über eine deutsche, von C. Eckstein aus *Lophyrus pini* erzogene neue Art; von Max Wolff. Das Auffinden einer neuen Erzwespenart — *Platyterma* Ecksteini — gab Veranlassung, die interessante Gattung zu bearbeiten. Die Arbeit bringt ein einleitendes Kapitel über die Biologie der *Platyterma*-arten, einen Bestimmungsschlüssel und die Originaldiagnosen der Arten; 19 Textfiguren sind beigelegt.

Über die Bekämpfung des Holzbohrwurmes (*Anobium*) in einem alten Kunstwerke; von Johannes Bolle. Die Holzbohrwürmer, welche Kunstobjekte aus Holz befallen, wie das sehr verbreitete *Anobium striatum*, lassen sich nur durch Insektengifte in Gas- oder Dampfform bekämpfen. Als wirksamstes Mittel ist Schwefelkohlenstoff zu betrachten, welcher in unter hydraulischem Verschluss stehenden Metallblechkästen in einer Menge von 200 g pro Kubikmeter Fassungsraum während 4 Tage auf das zu desinfizierende Objekt einwirken gelassen wird. Große Kunstobjekte müssen zerlegt und partienweise der Behandlung unterzogen werden.

Bemerkungen zur Einführung der Seidenzucht in Deutschland nach eigenen Erfahrungen über die Biologie des Seidenspinners; von Otto Maas.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 5, 1916.

Germania zoogeographica; von K. W. Verhoeff. Einteilung in *Germania borealis*, *montana* und *alpina*, Südgrenze Linie Wien—Genf. Einteilung Deutschlands in

Provinzen und Gaue und deren Charakteristik. West- und ostdeutscher Gegensatz mit Harz—Regensburg—Donau—Innlinie. Zusammenhang zwischen Bipolarität der Endemiten, der Nordalpen, der Gebirgsbrücken und der glazialzeitlichen Nordalpenzustände. Uralte Gegensätzlichkeiten. Vindelizische Veränderung durch Eiszeiten. Beziehungen zur Fauna der Tatra.

Bedeutung der oxydierenden Fermente (Tyrosinase) für die Verwandlung der Insektenlarven; von J. Dewitz.

Äußere Merkmale der Geschlechter bei Insektenlarven; von J. Dewitz.

Untersuchungen über Geschlechtsunterschiede; von J. Dewitz.

Zoologie und Physiologie; von H. Jordan. Eine Bemerkung zu Reisingers gleichnamigem Aufsatz Zool. Anz. Bd. 46, Nr. 8, 1916, S. 231. Verfasser (J.) legt Nachdruck auf die Tatsache, daß das für einen ersprießlichen zoophysiologischen Unterricht erforderliche Material durchaus hinreichend vorliegt (Zitierung von Büchern). Er unterstützt Reisingers Forderung von Lehrstühlen für vergleichende Physiologie, besetzt mit Zoophysiologyen, in Verbindung mit dem zoologischen Universitätsunterricht. Nur so kann die Wissenschaft gelehrt werden, deren Objekt ist: die Mannigfaltigkeit der Lebensäußerungen. Als Beispiel kann der Lehrstuhl dienen, der für den Verfasser an der Universität Utrecht eingerichtet worden ist.

Über arktische Süßwassercrustaceen; von Paul Haberbosch. Die Untersuchung von Proben aus etwa 200 Wasseransammlungen West-Grönlands und Islands ergab das Fehlen von Crustaceen, die ausschließlich der Fauna dieser Inseln angehören, so daß nichts dagegen spricht, Vernichtung der präglazialen Süßwasserfauna während der Eiszeit und postglaziale Neubesiedelung dieser Gebiete anzunehmen.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie; Band 32, Heft 3, 1916.

Beizen und Beizenfarbstoffe; von P. Mayer. Unnas Auffassung der Beizen, besonders des Alauns, in der Färberei der tierischen Gewebe ist unhaltbar, ebenso Witts Ansicht von den Farblacken. Die sogen. Beizenfarbstoffe werden vom Histologen ganz anders verwendet als vom technischen Färber, führen daher ihren Namen mit Unrecht. Auch die Ausdrücke Lack, Beize und beizen im Sinne der Technik sind in der Mikroskopie nicht am Platze.

Direkte Färbung von Paraffinschnitten; von P. Diettrich. Begründung und Vorschriften über Färbung von Mikrotomschnitten besonders tierischer Gewebe mit Erhaltung des Paraffinmantels bis unmittelbar vor der Einbettung, dadurch bedingt weitgehende Vereinfachung der Behandlung und große Schonung der erzielten Färbung wegen Wegfalls vieler Bäder. Sehr fein differenzierte Tinktionen ergaben sich bei Anilinfarbgemischen, besonders Methylblau- und Azur-Eosin sowie für Eisenhämotoxylin. Anhangsweise praktische Fixierungsvorschriften.

Biochemische Gewebsreaktionen mit Triketohydrindenhydrat; von Laserstein. Mittels Triketohydrindenhydrat wird das tierische Gewebe auf die Zusammensetzung der drei Eiweißarten: Albumin, Pepton und Amin möglichst zu bestimmen gesucht, wobei gerade die Amino- sich außerordentlich durch starke Blaureaktionen zeigen, selbst in kaltem Zustande bei Ausschluß von O. Muskelgewebe und rote Blutkörperchen sind stark aminhaltig. Diese Feststellungen sollen später auf das Pathologische übertragen werden, um Eclampsie, Carcinom usw. zu beobachten.

Über ein neues, billigeres Gemisch für Wachsrekonstruktionen; von C. U. Ariëns Kappers.

Ein neues Verfahren zur Darstellung der Knochenhöhlen und der Knochenkanälchen; von J. Enescu.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Heft 27.

7. Juli 1916.

RECEIVED Vierter Jahrgang.

DEC 6 1922

INHALT:

Henry G. J. Moseley. Von *Privatdozent Dr. K. Fajans*,
Karlsruhe. S. 381.

Die neue Phrenologie. Von *Dr. Ernst Jentsch*,
Obernigk bei Breslau. S. 382.

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitations-
theorie. Von *Dr. Erwin Freundlich*, Berlin-
Neubabelsberg. (Schluß.) S. 386.

Besprechungen:

Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in
der anorganischen Chemie. Von *Alfred Coehn*.
S. 392.

U. S. Department of Agriculture
Meyer, Hans, Analyse und Konstitutionsermittlung
organischer Verbindungen. Von *W. Schlenk*.
S. 392.

Svedberg, The, Die Materie. Von *H. v. Halban*.
S. 393.

Urbain, G., und A. SÉNÉCHAL, Introduction à la
chimie des complexes. Von *H. v. Halban*.
S. 393.

Sabatier, Paul, Die Katalyse in der organischen
Chemie. Von *H. v. Halban*. S. 394.

Höber, R., Physikalische Chemie der Zelle und
der Gewebe. Von *P. Rona*. S. 394.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Reisen in
Mexiko. S. 395.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Unter Bezugnahme auf die Anmerkung der Schriftleitung auf Seite 386
(Heft 27) wird darauf hingewiesen, daß demnächst erscheint:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort

von

Albert Einstein

Etwa 4 Bogen — Preis ca. M. 2.40

Bestellkarte liegt diesem Heft bei

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 90 80 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Handbuch der Holzkonservierung

Unter Mitwirkung angesehener Fachmänner

herausgegeben von

Marine-Oberbaurat † Ernst Troschel-Berlin

Mit 220 Textabbildungen

Preis M. 18.—; in Leinwand gebunden M. 19.60

Aus dem Vorwort:

Eine neuzeitliche Zusammenfassung der Forschungsergebnisse über das Holz und seine Konservierungsmöglichkeiten wird als Befriedigung eines wirklichen Bedürfnisses empfunden werden.

Der Leser des Buches wird im I. Hauptteil, unterstützt durch eine Fülle guter Abbildungen, in das geheimnisvolle Wirken der Natur bei Entstehung, Wachstum und Aufbau des Holzes eingeführt. Ihm wird, im engen Zusammenhange damit, die Kenntnis seiner pflanzlichen und tierischen Lebensfeinde und der Lebensbedingungen ihres Auftretens vermittelt. Ein folgender Hauptteil macht auf der Grundlage des I. Teils mit den praktischen Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung bekannt, die in technologischer Verwendung stehenden Nutzhölzer den Zerstörungsprozessen ihrer Schädlinge zu entziehen. Er vermittelt die Kenntnis aller bisher bekannt gewordenen Schutzmittel als solcher, während ein dritter praktischer Hauptteil die durch Teil I und II mitgeteilten Ergebnisse reiner und angewandter Forschung auf die Verwendungsgebiete des Nutzholzes im weitgliedrigen Getriebe der modernen Volks- und Verkehrswirtschaft überträgt, auf seine Anwendung im Hochbau, Wasser-, Straßen-, Eisenbahn-, Brückenbau, in der Gartenwirtschaft usw.

Der dritte Teil macht Volkswirte und Betriebsleiter mit den Kosten ihrer Anwendung und der Höhe des aus der Anwendung erprobter Konservierungsverfahren entspringenden wirtschaftlichen Nutzens bekannt.

Es ist so gelungen, die notwendige Verbindung zwischen naturwissenschaftlicher Forschung und angewandter Technik, den beiden großen Kulturfaktoren der Gegenwart, in glücklicher Weise herbeizuführen. Ein großer Vorzug des Werkes liegt in der Vollständigkeit, mit der es alle Gebiete des Stoffes umfaßt und alle Versuche, auf ihnen Fortschritte zu erzielen, mitteilt.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

7. Juli 1916.

Heft 27.

Henry G. J. Moseley.

Am 10. August 1915 fiel an den Dardanellen im Alter von 27 Jahren *Henry Moseley*¹⁾. Das Hinscheiden dieses jungen Physikers, der zu den allerfähigsten seiner Generation gehörte, wird in weiten naturwissenschaftlichen Kreisen das tiefste Bedauern erwecken, und den Unterzeichneten, der die Gelegenheit hatte, *Moseley* näher kennen zu lernen und mit ihm gemeinschaftlich zu arbeiten, drängt es, ihm und seinem Werk folgende Zeilen zu widmen.

Henry Moseley, dessen Vater und beide Großväter Naturwissenschaftler waren, genoß seine Mittelschulbildung in dem berühmten Eton College und studierte dann in Oxford. Im Jahre 1910 übernahm er die Stellung eines Assistenten und Lektors an dem von Professor *E. Rutherford* geleiteten physikalischen Institut der Universität Manchester und begann gleichzeitig seine erste wissenschaftliche Untersuchung. Im Jahre 1912 gab er die Lehrtätigkeit auf, um sich ganz seinen Forschungen widmen zu können, die er zuerst in Manchester, dann in Oxford fortsetzte, bis der Krieg seiner vom größten Erfolge gekrönten Tätigkeit und dann auch seinem Leben ein jähes Ende bereitete.

Die erste, auf Anregung von Sir *Ernest Rutherford* unternommene Arbeit *Moseleys* galt der Bestimmung der Zahl von β -Teilchen, die bei der Umwandlung eines Atoms verschiedener Radioelemente emittiert wird. Diese vorher nur sehr unvollkommen untersuchte Frage war von großem theoretischen Interesse: Die von manchen einheitlichen Radioelementen stammenden β -Strahlen weisen eine größere Anzahl verschiedener definierter Geschwindigkeiten auf, und es entstand die Frage, ob diese ungleich schnellen β -Teilchen-Typen alle von jedem sich umwandelnden Atom stammen oder ob verschiedene Atome desselben Radioelementes verschieden schnelle β -Teilchen emittieren können. Wenn auch schon die früheren Untersuchungen gegen die erste Alternative sprachen, stützten erst die *Moseleyschen* erheblich genaueren Versuche entscheidend die zweite Alternative, indem sie zeigten, daß die Zahl der von einem zerfallenden Atom des Radiums B, C und anderer Radioelemente emittierten β -Teilchen sehr nahe gleich 1 ist.

Die Erfahrungen, die *Moseley* während dieser Untersuchung gesammelt hat, kamen ihm sehr zunutze bei seinem später ausgeführten Versuche zur Erzeugung sehr hoher Potentiale im Vakuum:

Mit Hilfe eines gut isolierten β -Strahlen aussendenden Röhrchens mit Radiumemanation konnte eine positive Aufladung bis 150 000 Volt erreicht werden.

Zu dieser Zeit herrschte im Rutherford'schen Laboratorium ein äußerst reges Leben. Eine große Zahl junger Physiker und Chemiker aus den verschiedensten Weltteilen arbeitete unter der Anleitung des Meisters. Die verschiedenen bearbeiteten Probleme, die sich fast alle auf dem Gebiet der Radioaktivität bewegten, hatten viele Berührungspunkte miteinander, und das förderte auch die Annäherung der Menschen. *Moseley*, der zu den Jüngsten gehörte, lenkte schon während der erwähnten ersten Arbeit die Aufmerksamkeit der Kollegen auf sich durch außergewöhnliche Arbeitskraft, experimentelles Geschick und Findigkeit, ausgedehnte und gründliche Kenntnisse auf den verschiedenen Gebieten der Physik. Er zeigte auch großes Interesse und Verständnis für die Arbeiten der Laboratoriumsgenossen und half oft durch Rat und Tat. Angeregt durch die Schwierigkeiten, denen der Unterzeichnete bei Versuchen mit dem kurzlebigen Rückstoßprodukt Radium C₂ begegnete, erdachte *Moseley* eine sinnreiche Methode, die die Untersuchung von noch viel kurzlebigeren Radioelementen ermöglichte. In gemeinsamer Arbeit wurde diese Methode zur Bestimmung der Halbwertszeit der sehr kurzlebigen Elemente Thorium A und Aktinium A benutzt, und das beim letzteren Produkt erhaltene Resultat ($1/500$ Sekunde) ist die kleinste bis jetzt experimentell gemessene Halbwertszeit. Zusammen mit *W. Makower* hat dann *Moseley* die γ -Strahlung des RaB + RaC untersucht, wobei zum ersten Mal nachgewiesen werden konnte, daß auch das RaB weiche γ -Strahlen emittiert. Die letzte Arbeit aus dem Gebiete der Radioaktivität, die mit *H. Robinson* ausgeführt wurde, betraf die Bestimmung der totalen Ionisation, die die β - und γ -Strahlen des RaB + RaC erzeugen.

In diesen Untersuchungen ist das Forscher-talent *Moseleys* gereift, und nun konnte er das Werk vollbringen, dem er in erster Linie seinen wissenschaftlichen Ruhm verdankt, nämlich seine grundlegende Untersuchung der charakteristischen Röntgenstrahlen chemischer Elemente.

Kurz nach der Laueschen Entdeckung der Interferenzerscheinungen beim Durchgang der Röntgenstrahlen durch Kristalle unternahm *Moseley* in Gemeinschaft mit *C. G. Darwin* die nähere Untersuchung dieses Phänomens. Die Richtung ihrer Arbeit wurde wesentlich beeinflusst durch die kurz darauf bekanntgegebenen ausgezeichneten

¹⁾ Vgl. Nature 96, 33, 1915; Phil. Mag. 31, 173, 1916.

ten Versuche von W. H. und W. L. Bragg, doch enthielt die unter dem Titel „Reflexion der X-Strahlen“ erschienene Abhandlung von Moseley und Darwin außer der Bestätigung der Bragg'schen Resultate eine Reihe neuer wertvoller Beobachtungen und Gesichtspunkte. Die von einer Röntgenröhre mit Platinantikathode ausgehende Strahlung besteht nach dieser Untersuchung aus einem kontinuierlichen Spektrum, dem ein für die Antikathode charakteristisches Linienspektrum überlagert ist. Der Wellenlängenbestimmung dieses Linienspektrums bei Benutzung der verschiedensten Elemente als Antikathode galt die nun folgende letzte und bei weitem wichtigste Untersuchung Moseleys, die in zwei Teilen (Phil. Mag. Dezember 1913 und 1914) unter dem Titel „Die Hochfrequenzspektren der Elemente“ erschien.

Es wurde eine einfache photographische Methode zur Fixierung und Ausmessung der Spektren ausgearbeitet, und die etwa ein halbes Jahr währende Untersuchung auf nicht minder als 45 Elemente, deren Atomgewichte zwischen dem des Aluminiums und dem des Goldes liegen, ausgedehnt. Die verschiedensten Elemente ergaben Spektren von demselben Charakter, wobei die Frequenz analoger Linien beim Fortschreiten im periodischen System in der Richtung steigender Atomgewichte von Stelle zu Stelle zunahm. Moseley entdeckte dabei eine überraschend einfache nahezu lineare Beziehung zwischen der Quadratwurzel aus den Frequenzen analoger Spektrallinien und der sogenannten Ordnungszahl der Elemente, die man erhält, wenn die Elemente in der Reihenfolge ihrer Anordnung im periodischen System numeriert werden. Zum Atomgewicht zeigte sich aber keine einfache Beziehung, und es ist z. B. die Frequenz beim Nickel trotz seines kleineren Atomgewichts höher als die beim Kobalt, ganz entsprechend der Reihenfolge, in der diese zwei Elemente auf Grund ihrer chemischen Eigenschaften im periodischen System angeordnet werden. Diese einfache Beziehung zwischen Frequenz der charakteristischen Röntgenstrahlen und der Ordnungszahl hat nach zwei Richtungen eine grundlegende Bedeutung. Die Frequenz der Röntgenstrahlen wurde dadurch als eine Eigenschaft erwiesen, die besser als irgend eine andere Eigenschaft geeignet ist, um als Grundlage eines einfachen Systems der Elemente zu dienen, das eindeutig die Zahl der existierenden Elemente (mit Ausnahme der Isotopen, vgl. w. u.) vorauszusagen erlaubt. In dieser Frage war bis jetzt die Mendeleeffsche Tabelle des periodischen Systems der einzige Führer, und ihre übrigens von manchen Autoren angezweifelte Aussagen, daß zwei Analoga des Mangans (eins zwischen Molybdän und Ruthenium, das andere zwischen Wolfram und Osmium) zu entdecken sind, wurden durch das Moseleysche System sichergestellt. Der große Wert des Moseleyschen Gesetzes zeigte sich aber besonders im Gebiete der seltenen Erden, wo bekanntlich das periodische System versagt. Auch

hier erlaubt die neue Methode die Zahl der noch fehlenden Elemente mit Sicherheit anzugeben.

Moseley konnte aus seinen Versuchen noch einen anderen Schluß von weittragender Bedeutung ziehen: die Tatsache, daß die Frequenz der Röntgenstrahlen eine so eindeutige Abhängigkeit von der Ordnungszahl, nicht aber vom Atomgewicht zeigt, legte den Gedanken nahe, daß auch die meisten anderen Eigenschaften der Elemente in erster Linie nicht vom Atomgewicht, wie es die Entdecker des periodischen Systems dachten, sondern von einer anderen mit der Ordnungszahl in einfacher Weise zusammenhängenden Eigenschaft des Atoms abhängen; es gibt gute Gründe, die nicht zuletzt auf den Moseleyschen Versuchen und Überlegungen basieren, zu der Annahme, daß diese Eigenschaft die positive Ladung des Zentralkernes im Rutherford-Bohrschen Atommodell ist.

Zufälligerweise hat fast gleichzeitig ein anderes Forschungsgebiet zu genau dem gleichen Resultat geführt: die Existenz der isotopen Elemente, die bei Atomgewichtsunterschieden bis zu 8 Einheiten praktisch das gleiche chemische Verhalten aufweisen, zeigt überzeugend, daß die chemischen Eigenschaften der Elemente nicht durch das Atomgewicht, wohl aber durch die Ordnungszahl bestimmt werden, denn letztere hat für Isotope, die ja die gleiche Stelle im periodischen System einnehmen, denselben Wert. Die Moseleyschen Forschungen und die Theorie der isotopen Elemente führten deshalb dazu, daß man in neuester Zeit diejenigen Eigenschaften der Elemente, die für die Isotopen gleich sind, nicht mehr als Funktion des Atomgewichtes, sondern als Funktion der Ordnungszahl darstellt.

Aus dem Obigen geht schon hervor, daß die Moseleysche Arbeit auch für das im Mittelpunkt des Interesses stehende Problem der Atomstruktur von großer Bedeutung ist. Doch würde es zu weit führen, hier auf diese Frage einzugehen, sie wird in dieser Wochenschrift demnächst von anderer Seite ihre Würdigung finden.

Diese Zeilen sollten nur zeigen, wie reich die Resultate der kurzen Forschungstätigkeit Moseleys sind und welche breite Ausblicke sie gewähren. Kein Wunder, daß sie bereits vielen Untersuchungen, sowohl theoretischen als auch experimentellen, zum Ausgangspunkt gedient haben. Der Tod dieses außergewöhnlich befähigten Mannes, von dem man noch viele wichtige Entdeckungen erhoffen durfte, bedeutet für die Naturwissenschaften einen schweren Verlust.

K. Fajans, Karlsruhe i. B.

Die neue Phrenologie.

Von Dr. Ernst Jentsch, Obernigk bei Breslau.

Am 23. April d. J. verschied im Alter von 72 Jahren Gustav Albert Schwalbe, emeritierter ordentlicher Professor der Anatomie in Straßburg, woselbst er seit 1883 gewirkt hatte, nach-

dem ihm nur ein kurzes Otium cum dignitate — seit Ende 1914 — vergönnt gewesen war. *Schwalbe* hat, abgesehen von seinen sonstigen wissenschaftlichen Verdiensten, neben seinen urgeschichtlichen namentlich auch durch eine bestimmte Gattung morphologischer Studien in weiteren wissenschaftlichen Kreisen wohlberechtigtes Interesse erregt.

Vor nunmehr einem halben Menschenalter hatte der Nervenarzt *Paul Julius Möbius* es angenommen, von den von ihm sorgfältig gesichteten Grundlagen der Degenerationslehre aus in Verbindung mit den von ihm gewonnenen Anschauungen über das Willensproblem eine biologische Lehre von den Trieben und Anlagen auszugestalten, wobei er für die Willensvorgänge gleichzeitig die von der Philosophie geleistete Arbeit über den Gegenstand, namentlich *Schopenhauers*, in den Kreis der Betrachtung gezogen hatte (s. hierzu *Ernst Jentsch*, Zum Andenken an Paul Julius Möbius, Halle 1907). In dem Bestreben, auf diesem Gebiete Klarheit zu schaffen, war *Möbius* auch auf die Lehre *Franz Josef Galls*, die „Organologie“ oder „Phrenologie“ gestoßen, welche nach einer kurzen Blüte und nachdem sie nach *Galls* Tode von einigen Nachfolgern in Einzelheiten vermehrt worden war, eine so vernichtende Kritik erfahren hatte, daß sie seit Mitte des vorigen Jahrhunderts für gänzlich überwunden galt. *Möbius* schöpfte trotzdem für die Fortführung seiner Beobachtungen große Anregung aus *Gall*, wie aus seinen Schriften hervorgeht, von denen an dieser Stelle genannt seien: Über die Anlage zur Mathematik, Leipzig 1900, Über Kunst und Künstler, Leipzig 1901, Beiträge zur Lehre von den Geschlechtsunterschieden, Halle 1903—06, *Franz Josef Gall*, Leipzig 1905. In diesen trat er wieder für die Lehre und Methode *Galls* ein, wobei er namentlich auch die sonstigen beachtenswerten wissenschaftlichen Leistungen *Galls*, zu dessen Zeit es weder eine sichere Topographie der Hirnwindungen, noch eine anatomische Zellen- und Gewebelehre gab, hervorhob, wie auch die prinzipielle Bedeutung, welche die von *Gall* geschaffene „Organlehre“ für die Frage von der „Gehirnlokalisation“ besitzt, beleuchtete.

Es gibt einen Ausspruch *Nietzsches*, der ungefähr besagt, die bemerkenswerten Ideen gingen zuerst nach Art von „Fratzen“ über die Welt hin. In Anwendung auf unseren Gegenstand könnte man dies wohl dahin vervollständigen, daß es darauf ankomme, in solchen „Fratzen“ nicht die Ungeheuerlichkeiten, sondern die sinnvollen Züge herauszuerkennen.

In solcher Auffassung der Sachlage schritt nun *Schwalbe*, seinerseits angeregt durch die Möbiusschen Veröffentlichungen, an eine neue, moderne, allen Anforderungen entsprechende Nachprüfung *Gallscher* Behauptungen. Er beschränkte sich dabei fast ausschließlich auf die kritische Betrachtung vom anatomischen Standpunkte aus, und er fand bei dieser Arbeit einige neue, den Anatomen bis dahin unbekannt gebliebene Tat-

sachen, die schon *Gall* hingestellt hatte, und welche *Schwalbe*, wie er selbst sagt, nachentdeckt hat. Diese Ergebnisse sind in mehreren wissenschaftlichen Arbeiten niedergelegt. Auch hat *Schwalbe* 1906 auf der 37. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnographie und Urgeschichte einen Vortrag gehalten: Über alte und neue Phrenologie, in welchem er zusammenfassend über seine Ergebnisse und einige ihrer Folgerungen berichtet hat (Correspondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnographie und Urgeschichte 1906, Nr. 9/11).

Besondere Unklarheit und Zweifel hatten bis dahin immer darüber geherrscht, ob denn die Voraussetzung *Galls*, daß die Schädelkapsel in ihrer äußeren Gestaltung den darunterliegenden bestimmten Gehirnteilen entspreche, überhaupt zutrifft. Aufgezeigt zu haben, daß dies der Fall ist und inwieweit, ist nun *Schwalbes* hauptsächlich Verdienst um diese Frage (Über die Beziehungen zwischen Innenform und Außenform des Schädels. Deutsches Archiv für klinische Medizin Bd. 73, 1902). Bezüglich der Säugetiere

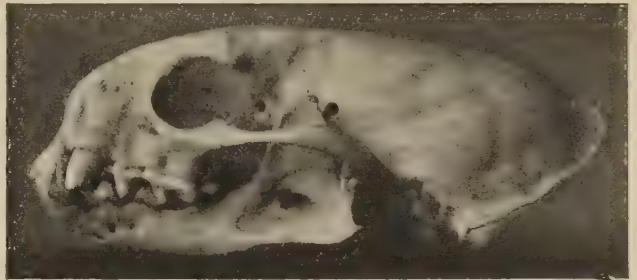


Fig. 1. Kopfskelett des Iltis (*Mustela putorius*). Die am Hirnschädel erkennbaren Wülste und Rinnen entsprechen Windungen und Furchen des Großhirns.

wies er nach, daß bei manchen Gattungen, z. B. bei *Galeopithecus*, die Lagerung des gesamten Gehirns an der Außenseite des Schädels deutlich zutage tritt; ferner können die Windungen und Furchen des Großhirns nach außen tast- und sichtbar werden, z. B. bei den Musteliden (vergl. hierzu Fig. 1), vorzüglich aber ist dies bei vielen Säugetieren am unteren Abschnitt des Kleinhirns der Fall (s. Fig. 2). Hierüber berichtet *Schwalbe* in Über das Gehirnrelief des Schädels bei Säugetieren, Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie VII, 1904. *Schwalbe* schloß sich auch der Annahme an, daß hauptsächlich das wachsende Gehirn die Art der Gestaltung der Schädelkapsel bedinge. Gewöhnlich bleibe nun das „äußere Windungsrelief“ auf diejenigen Stellen beschränkt, an denen Muskelschichten den Schädelknochen anliegen, und wo die Schädelwand besonders dünn ist, d. h. beim Menschen, auf die Schläfengegend und den unteren Abschnitt des Hinterhauptbeins. Die Tätigkeit dieser Muskulatur wirkt, wie *Fr. W. Müller* gezeigt hat (Über die Beziehungen des Gehirns zum Windungsrelief

[G. Schwalbe] zu der Außenseite der Schläfengegend beim menschlichen Schädel, Archiv für Anatomie und Physiologie, Anat. Abt., 1908), nur in geringem Maße umgestaltend auf die an der äußeren Schädelwölbung in vielen, prozentual wechselnden Fällen erkennbaren „Protuberanzen“ der betreffenden Gehirnwindungen. Hauptsächlich werden diese gebildet im Bereich der dritten Stirnwindung (speziell von der Brocaschen Windung, am postorbitalen Stirnbeinabschnitt) und von den drei Schläfenwindungen (Schwalbe, Über das Gehirnrelief der Schläfengegend des menschlichen Schädels, Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie X, 1907). In den letzteren Gehirn-

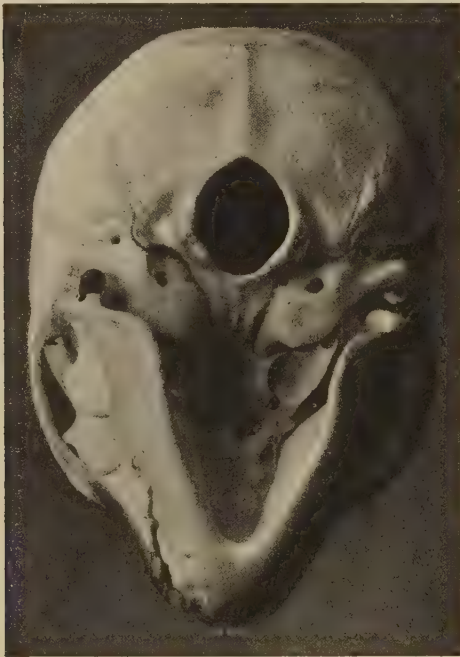


Fig. 2. Kopfskelett des Rhesusaffen, Hinterhaupt. Die in der Mittellinie erkennbare Wölbung entspricht dem „Wurm“ benannten Windungszuge des Kleinhirns.

teilen sind bereits früher „Gehirnzentra“ nachgewiesen worden, im ersteren (links) das motorische Sprachzentrum, in dem hinteren Abschnitte der linken oberen Schläfenwindung das Zentrum des Wortlautverständnisses (Wernicke), Entdeckungen, mit denen übrigens die von Gall behauptete Ungleichwertigkeit der einzelnen Hirnteile bestätigt war.

Über die psychologische Deutung der Gallschen „Organe“, der einzelnen von ihm beschriebenen Schädelhervorragungen, eine Beobachtungsweise, der sich Möbius wiederum in nicht unbeträchtlichem Maße angeschlossen hatte, hat sich Schwalbe im allgemeinen nicht geäußert. Nur hinsichtlich des Schläfenbeinbefundes glaubte er sich bezüglich der Annahme des in diesen Gehirnteilen teilweise zu lokalisierenden Tonsinnes einverstanden erklären zu können, nachdem er die

Schädelbildung verschiedener ausgezeichneten Musiker (Bach, Haydn, Beethoven) verglichen hatte.

Speziell diese Frage hatte gleichzeitig durch S. Auerbachs Untersuchungen an hervorragend musikalisch Begabten eine eingehendere anatomische und biologische Bearbeitung erfahren. Auerbachs Studien erstrecken sich auf die Gehirne Naret Konings, H. v. Bülow, Julius Stockhausens, Bernhard Coßmanns und Felix Mottls (Zur Lokalisation des musikalischen Talent im Gehirn und am Schädel, Archiv für Anatomie und Physiologie, Anat. Abt., vier Beiträge 1906, 1908, 1911 und 1913). Auerbach fand überall im Einklang mit Möbius und Schwalbe die oberen Schläfenwindungen (und den sich nach dem Scheitellappen zu anschließenden Gyrus supramarginalis) ungewöhnlich stark entwickelt, zuweilen auch die zweite Stirnwindung, in welcher Möbius auch nach klinischen Beobachtungen ein motorisches Musikzentrum annehmen zu dürfen geglaubt hatte.

Bei stärkerer Entwicklung der erwähnten Be-

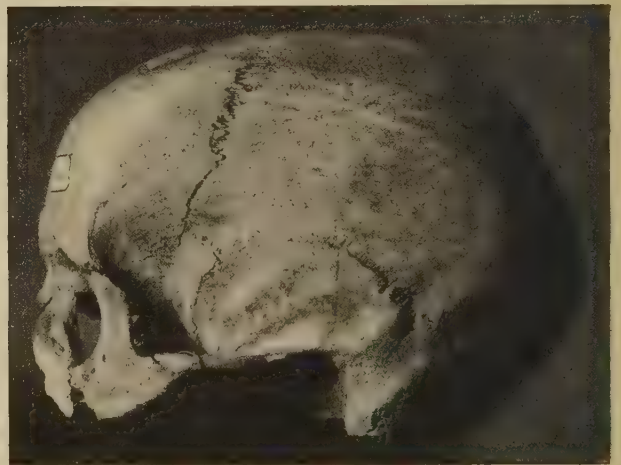


Fig. 3. Protuberanzen der Schläfenwindungen am Schädel.

zirke des Gehirns kann sich nun auch eine besonders starke Füllung der Schädelkapsel an den entsprechenden Orten vorfinden. Um diese Bildungsbesonderheiten bestimmt zu unterscheiden, muß man indessen alle die sonstigen häufigen rhachitischen, hydrocephalen und die auf den verschiedenen Schädelwachstumsabnormitäten beruhenden Regelwidrigkeiten der Schädelkapsel ausschließen, mit denen sie leicht verwechselt werden können, oder diese in der Beurteilung berücksichtigen. Letztere ist also zum mindesten keine so einfache Sache, als man sich dies früher vorstellte.

Die „Protuberanzen“ der Hirnwindungen am Schläfenbein beim Menschen, die von Schwalbe zuerst wieder aufgefunden wurden, sind in Fig. 3 wiedergegeben. Am häufigsten zeichnet sich die zweite (mittelste) Windung erkennbar am äußeren Knochen ab (nach

Schwalbe in über 80 %). Die Protuberanz der ersten (obersten) Schläfenwindung ist ebenfalls verhältnismäßig oft vorhanden, jedoch wegen ihres Verdecktliegens unter der darüber befindlichen rauhen, schuppigen Knochennaht an der Grenze von Schläfen- und Scheitelbein durch das Auge schwer zu unterscheiden (die Windung verläuft gerader als die Naht). Am wenigsten häufig ist die Protuberanz der dritten Schläfenwindung; sie ist meist nur an dünneren Schädeln deutlich zu gewahren. Die Hauptmasse dieser untersten Schläfenwindung ist übrigens gegen den Schädelgrund zu, nicht nach außen gerichtet.

Abnorm starke Füllung der Schläfenpartie des Schädels bei hervorragenden Musikern hat sich außer bei den obengenannten vorgefunden bei *H. v. Bülow*, *Koning*, *Coßmann* (*Auerbach*), bei *Gylden* und *Lovén* (*Retzius*) und bei *Bruckner* und *Mahler* (*Tandler*). Ob die Bildung am äußeren Schädel wahrnehmbar wird, scheint auch davon abzuhängen, ob der gesamte Windungstypus des Gehirns ein breiterer oder schmalerer ist. Die stärkere Entwicklung der betreffenden Gehirnschnitte kann doppelseitig oder asymmetrisch sein.

So ist denn in dieser Betrachtungsweise das Gallsche Prinzip wieder lebendig geworden. „Die phrenologische Lokalisation, wie sie in neuester Zeit ganz besonders in der Untersuchung der Gehirne hervorragender Männer zum Ausdruck gekommen ist,“ sagt *Schwalbe* in dem Aufsatz Über alte und neue Phrenologie, „unterscheidet sich von der physiologischen in derselben Weise, wie das Individuum von der Allgemeinheit. Die phrenologische Lokalisation am Gehirn unternimmt den Versuch, individuelle, verschieden stark ausgebildete Fähigkeiten oder Talente in der Großhirnoberfläche zu lokalisieren.“

Man gewinnt bei der Durchmusterung der Möbiusschen Ausführungen über *Gall* und seine Schule den Eindruck, daß es ihm namentlich als Einbuße erschien, daß durch die extreme Bekämpfung der Gallschen Lehre die Methode wieder verschüttet worden sei, und daß er diese Methode für aussichtsvoll für die Forschung der Gehirnlokalisation hielt. Das meinte er in erster Linie, wenn er sagte, *Galls* fruchtbares Gefild sei verschmährt worden.

Im ganzen erschien *Möbius'* Eingreifen zugunsten *Galls* zuerst besonders befremdend, und zwar aus dem Grunde, weil man gerade ihm, der in seiner Weltbetrachtung von der Theologie und Metaphysik ausgegangen und zuletzt in weitem Umfange ein überzeugter Anhänger von *Fechners* von starkem religiösen Gefühl getragenen idealistischen Philosophie geworden war, das innere Einvernehmen mit einem Naturforscher wie *Gall*, dessen Schlußfolgerungen so sehr der „materialistischen Weltanschauung“ Vorschub zu leisten schienen, nicht recht zutraute. Alle jene üblen Einflüsse, die bei ungenügend vertiefter Auffassung hinsichtlich der ethischen Seite der Menschheitsentwicklung von jeder „deterministi-

schen Ansicht“ auszugehen scheinen, drohten auch *Galls* Lehre anzuhaften, und es läßt sich nicht entscheiden, inwieweit dieser Faktor daran beteiligt war, diese später so vollständig auszuschalten. Heute haben wir aber an manchen anderen analogen naturwissenschaftlichen Theorien und ihrer Entwicklung gesehen, daß von dieser Seite keine Gefahr besteht. Es ist in diesem Zusammenhange nicht ohne Interesse, sich kurz zu vergegenwärtigen, wie ein hervorragender Denker, dessen Werk bei diesem Gegenstande vorzüglich in Betracht kommt, in dieser Hinsicht darüber urteilt. Wir meinen *F. A. Lange* und sein Buch Die Geschichte des Materialismus, dessen Ergebnisse in bezug auf die in Rede stehenden Probleme gegenwärtig die wesentlichste Bedeutung erlangt haben. Es lautet dort folgendermaßen über dieses Thema:

„Zu den Vorwürfen, gegen welche ein Teil unserer Phrenologen mit Erbitterung die Waffen kehrt, gehört nun auch die Bemerkung, daß die Phrenologie notwendig zum Materialismus führe. Dies ist ungefähr so richtig, als derartige Sätze es in der Regel sind; es ist nämlich offenbar falsch. Die Phrenologie würde sich nicht nur, wenn sie wissenschaftlich begründet wäre, vortrefflich auf *Kants* System pflöpfen lassen, sondern sie läßt sich sogar mit jenen veralteten Anschauungen reimen, nach welchen das Gehirn sich zur „Seele“ ungefähr verhält, wie ein mehr oder minder vollkommenes Instrument zu der Person, welche es spielt Es ist leicht, vom Standpunkte dieser Philosophen den Materialismus theoretisch zu widerlegen, aber schwer, ihn zu beseitigen. In der praktischen Debatte zerbricht der Materialismus spielend alle jene esoterischen Feinheiten, indem er die groben exoterischen Vorstellungen zerschmettert, mit welchen sie eine so trügerische Verbindung eingegangen haben. „So etwas haben wir ja niemals gemeint,“ ruft die entsetzte Wissenschaft; allein sie erhält zur Antwort: „Sprich deutlich und für jedermann oder stirb.“ So türmt sich hinter der logischen Kritik des Materialismus seine geschichtliche Bedeutung empor, und deshalb kann er auch nur in einer geschichtlichen Betrachtung vollständig gewürdigt werden Man sieht, wir sind hier auf gutem Wege, den Materialismus erst recht konsequent zu machen, und in der Tat wird dies die notwendige Vorbedingung erfolgreicher Forschung über das Verhältnis von Gehirn und Seele sein, ohne daß damit der Materialismus im metaphysischen Sinne gerechtfertigt wäre Damit ist auch der Materialismus auf diesem Gebiete wieder um ein gutes Stück konsequenter geworden, und also seinem Ende entgegengeführt, denn seine Konsequenz ist sein Untergang Der einzige Weg, welcher sicher über die Einseitigkeiten des Materialismus hinausführt, geht mitten durch seine Konsequenzen hindurch. Es sei denn also, daß es im Körper einen physischen Mechanismus gibt, welcher die Schlüsse des Verstandes

und den Sinn hervorbringt; dann stehen wir unmittelbar vor den Fragen: Was ist der Körper? Was ist der Stoff? Was ist das Physische? Und die heutige Physiologie muß uns, so gut wie die Philosophie, auf diese Fragen antworten, daß dies alles nur unsere Vorstellungen sind, notwendige Vorstellungen, nach Naturgesetzen erfolgende Vorstellungen, aber immerhin nicht die Dinge selbst Der Streit zwischen Körper und Geist ist zugunsten des letzteren geschlichtet, und damit erst die wahre Einheit des Bestehenden gesichert. Denn während es stets eine unüberwindliche Klippe für den Materialismus blieb, zu erklären, wie aus stofflicher Bewegung eine bewußte Empfindung werden könnte, so ist es dagegen keineswegs schwer, zu denken, daß unsere ganze Vorstellung von einem Stoff und seinen Bewegungen das Resultat einer Organisation von rein geistigen Empfindungsanlagen ist.*

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie*).

Von Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg.

(Schluß.)

4.

Das Grundgesetz der Bewegung und das Äquivalenzprinzip der neuen Theorie.

Die Einsteinschen Ansätze knüpfen naturgemäß an die in der Newtonschen Mechanik gewonnenen Gesetze nach Möglichkeit an, denn nur dann läßt sich ein befriedigender Anschluß an die Beobachtungstatsachen erwarten.

Die Aufgabe, die vor allem zu lösen war, ist folgende: An die Stelle des Trägheitsgesetzes hat ein Differentialgesetz zu treten, das erstens die Bewegung eines Massenpunktes unter dem Einfluß von Trägheit und Schwere beschreibt (es muß demgemäß Glieder enthalten, die den Gravitationszustand von Punkt zu Punkt kennzeichnen), und das zweitens bei beliebiger Veränderung des Koordinatensystems seine Gestalt beibehält, so daß kein

Bezugssystem vor einem andern bevorzugt wird. Die zweite Bedingung entspringt dem Postulate der allgemeinen Relativität.

Ein geeignetes Gesetz dieser Art liefert uns die Bewegungsgleichung eines isolierten *kräftefrei* bewegten Punktes der *speziellen* Relativitätstheorie in der Fassung:

$$\delta \left\{ \int ds \right\} = \delta \left\{ \int \sqrt{-dx^2 - dy^2 - dz^2 + c^2 dt^2} \right\} = 0.$$

Ihr zufolge ist die Bahnkurve des Punktes die „kürzeste“ oder „geradeste“ Bahn; bei der speziellen *euklidischen* Gestalt des Linienelements „ ds “ also die gerade Linie. Erhebt man das „Prinzip der geradesten Bahn“, der die wahre Bewegung folgen soll, in dieser Fassung zum *allgemeinen Differentialgesetz* für die Bewegung auch im Gravitationsfelde, so hat das *neue Grundgesetz* zu lauten:

$$\delta \left\{ \int ds \right\} =$$

$$\delta \left\{ \int \sqrt{g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{44} dx_4^2} \right\} = 0,$$

denn nur *diese* Gestalt des Linienelementes der Bahnkurve ist beliebigen Transformationen der x_1, x_2, x_3, x_4 gegenüber unveränderlich (invariant). Die zehn Koeffizienten $g_{\mu\nu}$ ($\mu, \nu = 1, 2, 3, 4$), die im allgemeinen Funktionen der Veränderlichen x_1, x_2, x_3, x_4 sein werden, müssen, dem erweiterten Geltungsbereich (Trägheit und Schwere) der Gleichung entsprechend, zu dem Gravitationsfelde, in dem die Bewegung vor sich geht, in eine solche Beziehung gesetzt werden können, daß sie durch das Feld bestimmt sind, und die durch obige Gleichung *beschriebene* Bewegung mit der *beobachteten* übereinstimmt. In der Tat lassen sich diese Forderungen im weitesten Sinne erfüllen. Die *Hauptaufgabe* wird die Ableitung der das Gravitationsfeld charakterisierenden Funktionen $g_{\mu\nu}$ aus der Verteilung der das Feld erregenden Faktoren (Massen, Energie) sein. (Die $g_{\mu\nu}$ sind die *Gravitationspotentiale* der neuen Theorie, d. h. ihnen fällt die Rolle zu, die in der Newtonschen Theorie das eine Gravitationspotential spielt, ohne daß sie aber die speziellen Eigenschaften hätten, die nach unserer sonstigen Kenntnis ein Potential besitzt.)

Entsprechend den Maßverhältnissen einer auf das Linienelement

$$\sum_1^4 g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu$$

gegründeten Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit, die jetzt der Mechanik (wegen der Relativität aller Bewegungen) zugrunde gelegt werden, müssen auch die übrigen physikalischen Gesetze eine Fassung erhalten, die von der zufälligen Wahl der Veränderlichen unabhängig ist. Bevor wir jedoch auf diese weitere Aufgabe eingehen können, betrachten wir die charakteristi-

*) Die Schwierigkeit des Gegenstandes macht es unmöglich, im Rahmen eines Zeitschriftenaufsatzes mehr zu tun, als die leitenden Gedanken herauszuheben, und, ihres mathematischen Gewandes so weit wie möglich entkleidet, wiederzugeben. Trotz des großen Umfanges des Aufsatzes werden die an dem Thema besonders Interessierten daher mancherlei weitere Belehrung verlangen über damit zusammenhängende Fragen, die teils vor das Forum des Philosophen und des Mathematikers, teils vor das des Physikers und des Astronomen gehören. Aus diesem Grunde wird der Aufsatz auch als Sonderdruck veröffentlicht werden: durch einen Anhang erweitert, wird er in Anmerkungen diejenigen physikalischen und mathematischen Ergänzungen und Literaturhinweise bringen, die der Leser mutmaßlich zuerst verlangen wird. Diese Anmerkungen in irgendeiner Form noch mit dem vorliegenden Aufsatz zu verbinden, verbietet die Rücksicht auf seinen ohnedies sehr großen Umfang und auf die Interessen derjenigen Leser, die seinem Gegenstande gar zu ferne stehen. — Der Sonderdruck wird in einigen Wochen als Broschüre im Verlage von Julius Springer erscheinen. Die Schriftleitung.

schen Merkmale der durch obigen Ansatz gekennzeichneten Gravitationstheorie näher.

Die enge Verknüpfung der Gravitation mit der Relativität der beschleunigten Bewegungen führt zu folgendem Prinzip, *Äquivalenzprinzip*¹⁾: Die Veränderung im Ablauf eines Vorganges infolge der Wirkung des Gravitationsfeldes, die ein Beobachter wahrnimmt, würde er genau so wahrnehmen, wenn er sein *Bezugssystem* in eine geeignete für die Schwere an seinem Beobachtungs-orte charakteristische Beschleunigung versetzte. Unterwirft man nämlich die Veränderlichen x, y, z, t für den geradlinig gleichförmig, also frei von Gravitationseinflüssen, nach der Gleichung

$$\delta \left\{ \int ds \right\} = \delta \left\{ \int \sqrt{-dx^2 - dy^2 - dz^2 + c^2 dt^2} \right\} = 0$$

bewegten Massenpunkt irgendeiner Beschleunigungstransformation, so treten im allgemeinen in dem transformierten Ausdruck (für ds) Koeffizienten $g_{\mu\nu}$ auf, welche Funktionen der *neuen* Veränderlichen x_1, x_2, x_3, x_4 sind, so daß die transformierte Gleichung lautet:

$$\delta \left\{ ds' \right\} = \delta \left\{ \int \sqrt{g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{44} dx_4^2} \right\} = 0.$$

Man wird nun im Hinblick auf den oben erwähnten Geltungsbereich dieser Gleichung die durch die Beschleunigungstransformation erzeugten Funktionen $g_{\mu\nu}$ ebenso gut als durch den Einfluß eines Gravitationsfeldes entstanden auffassen können, der sich eben in den entsprechenden Beschleunigungen kund tate. *Die Gravitationsprobleme gehen so in die allgemeine Bewegungslehre einer Relativitätstheorie aller Bewegungen auf.*

Die Frage nach der *wahren* Geometrie des physikalischen Raumes, die seit einem Jahrhundert nicht verstummt ist, erfährt zugleich eine Beantwortung ganz anderer Art, als man wohl erwartet hatte. Die Alternative: euklidische oder nichteuklidische Geometrie wird nicht zugunsten einer der beiden entschieden, vielmehr wird der Raum als physikalisches Ding mit gegebenen geometrischen Eigenschaften aus den physikalischen Gesetzen überhaupt verbannt, ebenso wie der Äther durch die Lorentz-Einsteinsche Relativitätstheorie aus den Gesetzen der Elektrodynamik ausgemerzt wurde. Es ist dies ein Schritt weiter im Sinne der Forderung, daß nur beobachtbare Größen in den Naturgesetzen Platz finden sollen. Die Maßverhältnisse der Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit, in der sich alle physikalischen Vorgänge abspielen, haben nach *Einsteins* Auffassung ihren inneren Grund in den Gravitationszuständen. Diese unterliegen bei der ständigen Bewegung der Körper gegeneinander einem ständigen Wechsel, und darum kann auch von einer unveränderlich gegebenen Maßgeometrie — gleichviel ob eukli-

dischen oder nichteuklidischen — überhaupt nicht gesprochen werden. Da die Naturgesetze in der allgemeinen Relativitätstheorie ihre Gestalt unabhängig von der speziellen Wahl der vier Veränderlichen x_1, x_2, x_3, x_4 bewahren, kommt diesen auch keine selbständige physikalische Bedeutung zu. Es werden also z. B. x_1, x_2, x_3 nicht im allgemeinen drei räumliche Abstände bezeichnen, die man mit einem Meterstabe messen könnte und x_4 dann einen durch eine Uhr feststellbaren Zeitpunkt. Die vier Veränderlichen besitzen nur den Charakter von *vier Zahlen (Parametern)* und gestatten nicht ohne weiteres eine gegenständliche Deutung. Raum und Zeit besitzen für die Beschreibung der Naturvorgänge also nicht die Bedeutung von realen physikalischen Dingen.

In diesem Sinne ist auch der zitierte Schlußabsatz der Riemannschen Arbeit zu verstehen: Wenn wir an der Anschauung des kontinuierlichen Zusammenhanges der Raumzeitpunkte festhalten, sind ihre Maßverhältnisse nicht schon in ihrer Definition als einer kontinuierlichen Mannigfaltigkeit der Dimension 4 ent-

halten. Diese müssen vielmehr aus der *Erfahrung* gewonnen werden. Und es ist Aufgabe der Physik, den inneren Grund dieser Maßverhältnisse eventuell in „darauf wirkenden bindenden Kräften“ zu suchen, falls die Auffassung der Erscheinungen, die der Newtonschen Theorie zugrunde liegt, nicht zu einer befriedigenden Erklärung aller Erfahrungstatsachen hinreichen sollte. Es kann nun keinem Zweifel unterliegen, daß die Newtonsche Auffassung der Bewegungserscheinungen an Schwächen prinzipieller Natur gelitten hat, indem sie die Trägheitserscheinungen und die Gravitationserscheinungen als wesentlich verschieden auffaßte, so daß sie zur Formulierung ihrer Grundgesetze die Zuflucht zu absoluten Bewegungen im Raum, einer der Erfahrung ganz fremden Anschauung, nehmen mußte. Von einer befriedigenden Erklärung der Erfahrungstatsachen durch die Newtonsche Mechanik ist wohl eigentlich auch nie gesprochen worden; darauf weisen schon die dauernden Bemühungen hin, sie auf eine gesunde Grundlage zu stellen. Sie ist vielmehr nur eine ausgezeichnete mathematische Theorie zur rechnerischen Verfolgung der beobachteten Bewegungen und wird in dieser Hinsicht ihre eminente Bedeutung wahrscheinlich nie verlieren. Man darf sich aber nicht der Täuschung hingeben, das Newtonsche Grundgesetz der Gravitation irgendwie als eine befriedigende *Erklärung* der Gravitation aufzufassen. Der Begriff der Anziehungskraft ist unserem Muskelgefühl entlehnt und hat darum, auf leblose Materie übertragen, keinen Sinn. *C. Neumann* glosiert diesen Punkt in drastischer Weise zu Beginn seiner, im früheren oft angeführten Schrift durch die Erzählung eines Nordpolfahrers über seine

¹⁾ S. A. Einstein, Ann. d. Phys. 4. Folge, Bd. 35, S. 898.

Beobachtung in dem den Nordpol umgebenden offenen Meer:

„Nehmen wir an, ein Nordpolfahrer erzähle uns von jenem rätselhaften Meer. Es wäre ihm geglückt, in dasselbe einzudringen, und es habe sich ihm dort ein merkwürdiges Schauspiel dargestellt. Mitten im Meer habe er zwei schwimmende Eisberge erblickt, ziemlich weit voneinander entfernt, einen größeren und einen kleineren. Aus dem Innern des großen Berges sei eine Stimme ertönt, welche in befehlendem Ton gerufen habe: „Zehn Fuß näher!“, und sofort habe der kleine Eisberg dem Befehl Folge geleistet und sei zehn Fuß näher an den großen herangerückt. Und wiederum habe der größere kommandiert: „Sechs Fuß näher!“ Sofort habe der andere den Befehl wieder ausgeführt. Und so wäre Befehl auf Befehl erschallt, und der kleine Eisberg in fortwährender Bewegung gewesen, eifrig bemüht, jeden Befehl augenblicklich und auf das genaueste auszuführen.

Sicherlich würden wir einen solchen Bericht in das Reich der Fabeln verweisen. Doch spotten wir nicht zu früh! Die Vorstellungen, die uns hier sonderbar erscheinen, es sind dieselben, welche dem vollendetsten Teil der Naturwissenschaft zugrunde liegen, es sind dieselben, denen der berühmteste unter den Naturforschern den Ruhm seines Namens verdankt.

Denn im Weltraum erschallen fortwährend solche Befehle, ausgehend von den einzelnen Himmelskörpern, von Sonne, Planeten, Monden und Kometen. Jeder einzelne Weltkörper lauscht auf die Befehle, welche die übrigen Körper ihm zurufen, fortwährend bemüht, diese Befehle aufs pünktlichste auszuführen. In geradliniger Bahn würde unsere Erde durch den Weltraum dahinstürzen, wenn sie nicht gelenkt und geleitet würde durch den von Augenblick zu Augenblick von der Sonne her ertönenden Kommandoruf, dem die Befehle der übrigen Weltkörper, weniger vernehmlich, sich beimischen.

Allerdings werden diese Befehle ebenso *schweigend* gegeben, wie sie *schweigend* vollzogen werden. Auch hat *Newton* dieses wechselseitige Spiel von Befehl und Folgeleistung mit einem anderen Namen bezeichnet. Er spricht kurzweg von der gegenseitigen Einwirkung, von der gegenseitigen Anziehungskraft, welche zwischen den Weltkörpern stattfindet. Die Sache aber ist dieselbe. Denn diese gegenseitige Einwirkung besteht darin, daß der eine Körper Befehle erteilt und der andere dieselben befolgt.“

Das Newtonsche Gesetz löst also das Rätsel der Gravitation in keiner Weise. Was es aber auszeichnet, ist die außerordentliche Einfachheit seiner mathematischen Formulierung. Um so mehr nimmt es wunder, daß schon das Problem der Bewegung dreier (oder mehr) Körper unter der Wirkung der Anziehung bisher unüberwindliche mathematische Schwierigkeiten verursacht hat.

Die Einsteinsche Theorie andererseits genügt,

was die Einheit ihrer begrifflichen Grundlagen angeht, im weitesten Sinne allen Anforderungen, die man an eine naturwissenschaftliche Theorie stellen kann; an die Stelle des Trägheitsgesetzes und der Newtonschen Fernkraft der Gravitation tritt das *eine allgemeine* Prinzip, daß die wahre Bahn stets den „geradesten“ Weg einschlägt, ein Prinzip, das übrigens schon in der klassischen Mechanik Geltung besaß, solange nicht gerade Gravitationswirkungen im Spiele waren. Seine Verwendbarkeit als Bewegungsprinzip reicht aber, wie die Einsteinschen Resultate zeigen, weit über seinen speziellen Geltungsbereich in der Newtonschen Mechanik hinaus. — Daß die Einsteinsche Theorie durch das Aufgeben der euklidischen Maßbestimmung die geläufige Darstellung mit Cartesischen Koordinaten verlassen muß, wird nicht störend empfunden werden, sobald die von ihr herangezogenen Hilfsmittel der Analysis allgemein Eingang gefunden haben werden. Ob allerdings in dieser neuen Theorie die praktische Aufgabe der Bahnbestimmung eines Himmelskörpers eine wesentliche Erleichterung oder gar strenge Lösung finden wird, kann heute noch nicht ausgemacht werden.

Die *Durchführung* der Einsteinschen Ansätze führt auf die oben schon erwähnten zwei Teilaufgaben. Die eine ist mehr formaler Natur und hat die Darstellung aller physikalischen Gesetze in der allgemeinen Maßbestimmung des Linienelementes

$$ds^2 = \sum_1^4 g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu$$

zum Ziel, d. h. ihre Darstellung in einer von der speziellen Wahl der Koordinaten unabhängigen Gestalt. Die zweite betrifft den Kernpunkt der Theorie; sie hat nämlich aus der gegebenen Verteilung der das Gravitationsfeld erregenden Faktoren die Differentialgleichungen zur Ermittlung der zehn Gravitationspotentiale $g_{\mu\nu}$ abzuleiten und die Übereinstimmung der durch obigen Ansatz definierten Bewegung mit den beobachteten Bewegungserscheinungen zu erweisen.

Was die erste Aufgabe angeht, so hat die Mathematik in dem absoluten Differentialkalkül die erforderlichen Vorarbeiten schon geleistet; *Einstein* hat sie in seiner Abhandlung „Über die formalen Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie“ für seine besonderen Zwecke ausgebaut. Diesen Zweig der Differentialrechnung hat *Gauß* geschaffen, um in der Flächentheorie solche Eigenschaften der Flächen zu studieren, welche von deren Lage im Raum und von unelastischen Verbiegungen (Verbiegungen ohne Zerrung, d. h. solchen, die den Wert des Linienelementes an keiner Stelle ändern) unbeeinflusst sind. Da solche Eigenschaften nur durch die *inneren* Maßverhältnisse der Fläche bedingt sind, erscheint die Einführung von Punkten, die nicht auf der Fläche selber liegen, in die Darstellung

ungerechtfertigt. Die zwei in dieser Darstellungsmethode auftretenden, aber sonst beliebigen Veränderlichen können als die *Parameter* zweier Kurvenscharen gedeutet werden, die die Fläche netzartig überziehen. Von diesem Gesichtspunkte aus gesehen sind z. B. ein Zylindermantel und eine Ebene nicht als verschiedenartige Gebilde zu betrachten, denn beide können ohne Dehnung aufeinander abgewickelt werden, und auf beiden hat demgemäß die gleiche Planimetrie Gültigkeit, ein Kriterium dafür, daß die inneren Maßverhältnisse auf diesen beiden Mannigfaltigkeiten die gleichen sind. — Auf die nämliche Aufgabe führt nun das Studium der inneren Maßverhältnisse der vierdimensionalen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit in der allgemeinen Relativitätstheorie. Da die vier Raum-Zeit-Veränderlichen x_1, x_2, x_3, x_4 jeder speziellen physikalischen Bedeutung bar nur als vier *Parameter* aufzufassen sind, wird man naturgemäß eine Darstellungsmethode für die Naturgesetze wählen, welche von der zufälligen Wahl der x_1, x_2, x_3, x_4 unabhängige Differentialgesetze liefert. Das leistet nun der absolute Differentialkalkül.

Dem zweiten und wichtigsten Teil der Theorie fällt die Aufgabe zu, aus der gegebenen Verteilung der das Gravitationsfeld erregenden Faktoren die „Gravitationspotentiale“ $g_{\mu\nu}$ abzuleiten und die tatsächliche Übereinstimmung der durch *Einsteins* Ansatz dargestellten Bewegung mit der beobachteten zu erweisen. Die Aufgabe hat außerordentliche Schwierigkeiten bereitet. *Einstein* hat sie jedoch auch in letzter Zeit in einer Weise gelöst, die alle Anforderungen des allgemeinen Relativitätsprinzips befriedigt¹⁾.

Macht man sich bei der Aufstellung der Differentialgleichungen für die 10 Gravitationspotentiale $g_{\mu\nu}$ die aus der Newtonschen Theorie gewonnenen Erfahrungen zunutze, nämlich daß in der Poissonschen Gleichung $\Delta \varphi = -4\pi\rho$ für das Newtonsche Gravitationspotential der *felderregende Faktor* (in der Poissonschen Gleichung die Massendichte ρ) einem *Differentialausdruck zweiter Ordnung* des Potentials proportional gesetzt wird, so ist der Weg zu den Differentialgleichungen für die $g_{\mu\nu}$ so gut wie vorgeschrieben, wenn man für die neuen Differentialgleichungen eine ähnliche Gestalt anstrebt. Ohne diese durch die alte Theorie gegebene Wegweisung wäre man vielleicht noch lange im Dunkeln getappt. Der Erfolg beweist, daß der intuitiv eingeschlagene Weg der richtige war.

Entsprechend unserer veränderten Auffassung von dem Wesen der Trägheit und der Schwere und ihrer Beziehung zu dem Energieinhalte der Körper werden als felderregende Größen statt der Massendichte ρ der Poissonschen Gleichung die 10 Komponenten derjenigen Größe auftreten, welche für den *energetischen* Zustand an jeder Stelle maßgebend ist, und die schon in der

„speziellen“ Relativitätstheorie als der „Spannungs-Energie-Tensor“ auftritt.

Was ferner die gesuchten Differentialausdrücke zweiter Ordnung in den $g_{\mu\nu}$ betrifft, die dem $\Delta \varphi$ entsprechen sollen, so hat *Riemann* folgendes gezeigt: Für die Maßverhältnisse einer auf das Linienelement

$$ds^2 = \sum_1^4 g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu$$

gegründeten Mannigfaltigkeit ist ein von der speziellen Wahl der Veränderlichen x_1, x_2, x_3, x_4 unabhängiger Differentialausdruck vierter Ordnung (der Riemann-Christoffelsche Tensor) maßgebend, aus welchem alle weiteren, von der speziellen Wahl der Veränderlichen x_1, x_2, x_3, x_4 unabhängigen und nur die $g_{\mu\nu}$ und ihre Ableitungen enthaltenden Differentialausdrücke durch algebraische und differentielle Operationen abgeleitet werden können. Dieser Differentialausdruck führt eindeutig auf 10 Differentialausdrücke zweiter Ordnung in den $g_{\mu\nu}$, welche dann den obengenannten 10 Komponenten des Spannungs-Energie-Tensors als felderregende Größen proportional gesetzt werden, um die gesuchten Differentialgleichungen zu ergeben. Als Proportionalitätsfaktor setzt *Einstein* die Gravitationskonstante ein.

Als Ergebnis der vorangehenden Absätze, deren volles Verständnis eigentlich nur bei einer ausführlichen Darlegung der erforderlichen mathematischen Entwicklungen zu erlangen wäre, läßt sich zusammenfassend folgendes sagen:

Der absolute Differentialkalkül einer auf das allgemeine Linienelement

$$ds^2 = \sum_1^4 g_{\mu\nu} dx_\mu dx_\nu \quad (\mu, \nu = 1, 2, 3, 4)$$

gegründeten Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit gibt uns die Mittel an die Hand, für jedes Gesetz der ursprünglichen „speziellen“ Relativitätstheorie eine entsprechende allgemeinere Gestalt zu gewinnen, die von der speziellen Wahl der vier Veränderlichen unabhängig ist. Für die neu auftretenden zehn Funktionen $g_{\mu\nu}$, die „Gravitationspotentiale“ der neuen Theorie, ergeben sich ferner ohne besondere Zusatzhypothesen 10 Differentialgleichungen zweiter Ordnung, die eine der Differentialgleichung zweiter Ordnung für das Newtonsche Gravitationspotential entsprechende Gestalt besitzen.

Diese auf den allgemeinsten Voraussetzungen aufgebaute Theorie führt in der Tat in erster Ordnung auf die Newtonschen Bewegungsgesetze zurück. Sie leistet aber noch viel mehr, sie erklärt nämlich ohne weiteres die einzige in der Planetentheorie aus dem Newtonschen Gesetze nicht erklärbare Bewegungserscheinung, nämlich das Restglied in der Perihelbewegung des Merkur, in ihrem vollen Betrage und ohne jede weitere Zusatzhypothese.

¹⁾ Sitz.-Ber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1915, S. 778, 799 und 844.

Damit kommen wir zu der letzten Frage, nämlich der Möglichkeit einer experimentellen Prüfung der Theorie.

5.

Die Prüfung der neuen Theorie durch die Erfahrung.

Bisher liegen drei Möglichkeiten zur experimentellen Prüfung der Einsteinschen Gravitationstheorie vor; alle drei werden nur durch die Mitarbeit der Astronomie verwirklicht werden können. Die eine von ihnen — sie entspringt einer Abweichung der durch das Einsteinsche Gesetz verlangten Bewegung eines Massenpunktes im Gravitationsfelde von der durch das Newtonsche verlangten — hat schon zugunsten der neuen Theorie entschieden; die Entscheidung der beiden anderen, die durch die Verknüpfung elektromagnetischer Vorgänge mit der Gravitation zutage treten, ist nicht in der allernächsten Zeit zu erwarten.

Schon die erste große Durcharbeitung der Planetentheorie durch *Leverrier* ergab in der Bewegung des Merkur eine merkliche Abweichung der beobachteten Bewegung von der durch die Theorie geforderten, und zwar ergab sie einen Überschuß der beobachteten Perihelbewegung der Merkurbahn über die errechnete um ungefähr 40 Bogensekunden pro Jahrhundert. Diese Ano-

Einflüsse erzeugen teils nur periodische Schwankungen der Elemente der Ausgangsellipse (große Achse, Exzentrizität usw.), teils verursachen sie eine stetige Zu- oder Abnahme derselben. Unter die letzte Art von „Störungen“ gehört auch die bei allen Planeten beobachtete langsame *Drehung* ihrer großen Achsen, und damit im Laufe der Zeit auch ihrer Perihel relativ zum Fixsternsystem. Bei allen größeren Planeten stimmen die beobachteten Perihelbewegungen (bis auf kleine, noch nicht sichergestellte Abweichungen, z. B. beim Mars) mit den aus der Störungsrechnung folgenden überein; dagegen liefern die Rechnungen beim Merkur einen um 43'' pro Jahrhundert zu kleinen Wert. Zur Erklärung dieser Differenz sind die mannigfachsten Hypothesen eronnen worden, sie sind aber alle unbefriedigend. Sie müssen ihre Zuflucht zu noch unbekannten Massen im Sonnensystem nehmen, und da alle Nachforschungen nach Massen, die groß genug wären, um die Merkursanomalie zu erklären, vergeblich gewesen sind, müssen sie über die Verteilung dieser hypothetischen Massen Annahmen machen, die ihre *Unsichtbarkeit* erklären sollen. Allen diesen Hilfhypothesen fehlt demgemäß jede innere Wahrscheinlichkeit.

Nach der Einsteinschen Theorie bewegt sich ein Planet z. B. im Merkurabstand von der Sonne unter der Wirkung der Sonnenanziehung auf der „geradesten Bahn“, die ihm durch die Gleichung

$$\delta \left\{ \int ds \right\} = \delta \left\{ \int \sqrt{g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{44} dx_4^2} \right\} = 0$$

malie ist durch die zweite vollständige Bearbeitung der Theorie der großen Planeten durch *Newcomb* im Betrage von 43'' pro Jahrhundert bis auf wenige Prozent sichergestellt worden.

Das Problem der Bewegung eines Massenpunktes unter dem Einfluß der Anziehung *mehrerer* anderer Körper war auch nach der Newtonschen Theorie bisher nicht streng lösbar, da man die Differentialgleichungen, auf die das Problem führt, nicht lösen kann. Man ist darum auf die Lösung der Aufgabe durch Annäherung angewiesen, und zwar auf denjenigen Ausweg, auf den die im Sonnensystem speziell vorliegenden Bedingungen unzweideutig hinweisen. Da das Problem der Bewegung *zweier* Körper unter dem Einfluß ihrer gegenseitigen Anziehung streng gelöst werden kann und die Sonne der alle anderen Körper im Sonnensystem an Masse überragende Zentralkörper ist, so ist die Bewegung eines jeden Planeten vor allem durch das Gravitationsfeld der Sonne bedingt. Unter ihrer Wirkung beschreibt der Planet eine Keplersche Ellipse, deren große Achse, die den sonnennächsten (Perihel) und den sonnenfernsten Punkt der Bahn (Aphel) verbindet, relativ zum Fixsternsystem ruht. Über diese Keplersche Bewegung eines Planeten lagern sich nun die mehr oder minder großen, aber die Form der Ellipse nicht wesentlich ändernden Einflüsse (Störungen) der übrigen Planeten; diese

vorgeschrieben wird; die Gravitationspotentiale $g_{\mu\nu}$ können aus den gegebenen Differentialgleichungen für die $g_{\mu\nu}$ abgeleitet werden, unter Berücksichtigung der besonderen Bedingungen, die durch die *vorausgesetzte alleinige Anwesenheit der Sonne* neben dem als Massenpunkt gedachten Planeten entstehen. *Einsteins* Ansatz führt in erster Näherung auf die Newtonschen Gleichungen, in der zweiten Näherung zeigt sich aber, daß der Radiusvektor von der Sonne nach dem Planeten zwischen zwei aufeinander folgenden Perihel- und Apheldurchgängen einen Winkel überstreicht, der um einen Betrag von ungefähr 0,05'' größer als 180° ist, so daß also pro Umlauf die große Achse der Bahn — Verbindungslinie zwischen Perihel und Aphel — sich ungefähr um 0,1'' im Sinne der Bahnbewegung gedreht hat. Dieser Effekt liefert nun in der Tat *schon aus der Wirkung der Sonnengravitation* den noch unerklärten Betrag von 43'' pro Jahrhundert in der Perihelbewegung des Merkur. (Die Störungsbeträge der übrigen Planeten würden sich übrigens von der durch die Newtonsche Theorie gelieferten nur ganz unwesentlich unterscheiden.) Als einzige willkürliche Konstante geht dabei in diese Rechnungen nur der Wert der Gravitationskonstante ein, welche in den Differentialgleichungen für die Gravitationspotentiale $g_{\mu\nu}$, wie schon erwähnt, als Proportionalitätsfaktor figuriert. Diese Leistung der neuen

Theorie kann kaum hoch genug angeschlagen werden.

Daß zwar beim Merkur, dem sonnennächsten der Planeten, eine meßbare Abweichung von der Newtonschen Theorie vorhanden ist, nicht aber bei den der Sonne ferneren Planeten, beruht übrigens darauf, daß dieser Effekt mit wachsendem Abstände von der Sonne stark abnimmt, so daß er schon im Erdbestande unmerklich wäre. Bei der Venus ist unglücklicherweise die Exzentrizität der Bahn so gering, daß die Bahn von einem Kreise kaum abweicht und die Lage des Perihels daher nur sehr unsicher zu bestimmen ist.

Von den beiden übrigen Prüfungsmöglichkeiten der Theorie entspringt die eine dem Einfluß der Gravitation auf den zeitlichen Ablauf eines Vorganges. Wie ein solcher Einfluß entstehen kann, lehrt das folgende Beispiel¹⁾: Wie bereits erörtert, kann nach der neuen Theorie auf Grund des Äquivalenzprinzips ein Beobachter nicht ohne weiteres unterscheiden, ob eine von ihm wahrgenommene Veränderung im Ablauf eines Vorganges von der Wirkung eines Gravitationsfeldes herrührt oder von einer entsprechenden Beschleunigung seines Beobachtungsortes (Bezugssystem). Nehmen wir nun ein zeitlich unveränderliches Gravitationsfeld an, gekennzeichnet durch parallele Kraftlinien in Richtung der negativen z -Achse und durch einen konstanten Wert der Beschleunigung γ , mit der alle Körper in ihm beschleunigt fallen, also gekennzeichnet durch Bedingungen, wie sie auf der Erdoberfläche bestehen. Irgendein Vorgang wird nach der Einsteinschen Theorie in diesem Felde ebenso verlaufen, wie er verläuft in bezug auf ein in Richtung der positiven z -Achse um den Betrag γ beschleunigtes Koordinatensystem. Geht nun ein Lichtstrahl der Schwingungsdauer ν_1 vom Orte A, der zur Zeit des Abganges des Strahles relativ zu dem betreffenden Koordinatensystem ruhen möge, in Richtung der z -Achse nach einem im Abstände h befindlichen Orte B, so wird ein Beobachter in B infolge seiner eigenen Beschleunigung γ bei der Ankunft des Strahles die Geschwindigkeit $\gamma \cdot \frac{h}{c}$ erlangt haben (c ist die Lichtgeschwindigkeit). Auf Grund des normalen Dopplerprinzips wird er daher dem Lichtstrahl statt der Schwingungsdauer ν_1 die Schwingungsdauer

$$\nu_2 = \nu_1 \left(1 + \gamma \frac{h}{c^2} \right) \text{ in erster Näherung zusprechen.}$$

Wenn wir denselben Vorgang in das äquivalente Gravitationsfeld verpflanzen, so nimmt dieses Resultat folgenden Ausdruck an: Die Schwingungsdauer ν_2 eines Lichtstrahles in einem Orte B, der sich von dem Orte A durch den Betrag Φ des Gravitationspotentials unterscheidet, steht auf Grund des Äquivalenzprinzips der Einsteinschen

Gravitationstheorie zu der dort beobachteten Schwingungsdauer in der Beziehung

$$\nu_2 = \nu_1 \left(1 + \frac{\Phi}{c^2} \right).$$

Dieser spezielle Fall zeigt, wie die Abhängigkeit des zeitlichen Ablaufes eines Vorganges von dem Gravitationszustande zu verstehen ist.

Nun kann man jedes (eine Spektrallinie emitierende) schwingende Gebilde als *Uhr* auffassen. Diese selbe „Uhr“ wird je nach dem Gravitationspotential an einer anderen Stelle des Feldes eine andere Schwingungsdauer, d.h. einen anderen Gang, haben. Infolgedessen wird eine bestimmte Spektrallinie des von der Sonne kommenden Lichtes, z. B. eine Eisenlinie, im Spektroskop gegen die entsprechende Eisenlinie einer *irdischen* Lichtquelle verschoben erscheinen müssen; das Gravitationspotential an der Oberfläche der Sonne hat ja, ihrer größeren Masse entsprechend, einen anderen Wert als dasjenige an der Erdoberfläche, und eine bestimmte Schwingungsdauer (Farbe) ist ja im Spektrum durch eine bestimmte Stelle (Fraunhofersche Linie) charakterisiert. Dieser Effekt, welcher für eine Wellenlänge $\gamma = 400 \mu\mu$ ungefähr $0,008 \text{ \AA}$ beträgt, hat jedoch bisher nicht mit Sicherheit festgestellt werden können. Auch bei den Fixsternen liegen verschiedene Angriffspunkte für die Behandlung dieser Frage vor und auch Anzeichen für das Vorhandensein eines solchen Gravitationseffektes. Seine Sicherstellung ist eine wichtige Aufgabe der Stellarastronomie.

Die dritte, besonders wichtige Folgerung der Einsteinschen Theorie ist die Abhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit vom Gravitationspotential und die sich (auf Grund des Huygensschen Prinzips) dadurch ergebende Krümmung eines Lichtstrahls beim Durchgang durch ein Gravitationsfeld. Die Theorie ergibt also für einen dicht an der Sonne vorbeigehenden Lichtstrahl, der z. B. von einem Fixstern herkommt, eine *gekrümmte* Bahn. Infolge dieser Krümmung muß der Stern gegen seinen wahren Ort am Himmel um einen Betrag verrückt erscheinen, der am Sonnenrand den Wert von $1,7''$ erreicht und proportional dem Abstand vom Sonnenmittelpunkte abnimmt. Da aber die Aufnahme eines an der Sonne vorbeigehenden, von einem Fixstern herkommenden Lichtstrahls vorerst nur dann möglich ist, wenn das alles überstrahlende Licht der Sonne am Eintritt in unsere Atmosphäre gehindert wird, so kommen nur die seltenen Momente einer totalen Finsternis für diese Beobachtung und die Lösung der Aufgabe in Betracht. Es ist aber zu hoffen, daß bei der steigenden Genauigkeit der astronomischen Meßmethoden auch noch andere Angriffspunkte sich für ihre Lösung werden finden lassen.

Die experimentelle Begründung der Einsteinschen Gravitationstheorie ist also noch nicht weit gediehen. Wenn die Theorie aber trotzdem schon heute den Anspruch auf allgemeine Beachtung er-

¹⁾ S. A. Einstein, Annalen der Physik Bd. 35, S. 898.

heben kann, so hat das in der ungewöhnlichen Einheit und Folgerichtigkeit ihrer Grundlagen seinen berechtigten Grund. Sie löst in Wahrheit mit einem Schlage alle Rätsel, welche die Bewegung der Körper seit *Newtons* Zeit bei der üblichen Auffassung über die Bedeutung von Raum und Zeit für die Beschreibung der Naturvorgänge aufgegeben hatte.

Besprechungen.

Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. Dritter Band: Allgemeiner Teil, physikochemische Bestimmungen, zweite Hälfte. Leipzig, Veit & Comp., 1914. S. 693—1555. 347 Abbildungen und eine Tafel. Preis geh. M. 30,—, geb. M. 33,—.

Die Hoffnung, das ausgezeichnete Werk, dessen Art und Ziele früher („Naturwissenschaften“ 1914, S. 873) gekennzeichnet wurden, bald vollendet zu sehen, ist durch den Krieg vereitelt worden. Immerhin konnten die physikochemischen Methoden zu Ende geführt werden. Die vorliegende zweite Hälfte des dritten Bandes bringt zunächst die elektrochemischen Bestimmungen. *Pfleiderer* behandelt darin die Leitfähigkeitsmessungen, ihre Ausführung und ihre Benutzung als analytisches Hilfsmittel. Weiter die Überföhrungszahl und die Ionenbeweglichkeit. Die Darstellung wird hier zuweilen etwas abstrakt für ein Werk, das in erster Linie praktische Unterweisungen geben will; sie wäre an der Hand einfacher Beispiele durchsichtiger geworden. Es folgen Spannungsmessungen. In dem ersten Abschnitt — über Gleichgewichtspotentiale — wird mit Recht betont, daß trotz aller Bemühungen noch immer keine irrumschließende Einheitlichkeit über den Potentialnullpunkt erzielt ist. Der Verfasser gelangt nach einer instruktiven Diskussion der Angelegenheit zu dem resignierten Schluß, daß in Betracht der formellen und numerischen Unsicherheit bei der Angabe von Einzelpotentialen es zunächst noch immer notwendig ist, bei allen Veröffentlichungen die direkt gemessenen elektromotorischen Kräfte der untersuchten Ketten anzugeben. Bei der Auswahl der Anordnungen für die Potentialmessungen ist im allgemeinen der Grundsatz maßgebend gewesen, solche zu bringen, die Aussicht haben, auch noch in anderen Untersuchungen Verwendung zu finden, als durch die sie entstanden sind; einiges aber, wie die schwierig herzustellende und nicht praktische Gaselektrode nach *Bose*, dürfte doch wohl kaum jemals wieder Verwendung finden. Das Kapitel „Überspannung“ hätte breitere Behandlung verdient; es fehlt das Verhalten des Sauerstoffs und der Hinweis auf die wichtigen chemischen Anwendungen der Überspannung. In dem Kapitel „Verlauf der Polarisation“ hätte auf die Arbeit von *F. Krüger* verwiesen werden sollen. Vortrefflich unter Hervorhebung des für chemische Zwecke Wichtigen ist wieder der Abschnitt von *Eucken* über die Bestimmungen der Dielektrizitätskonstante.

Etwas abseits steht die Arbeit von *Gehlhoff* über magnetische Messungen. Es wäre wohl am Platze gewesen, hier auf das Gebiet der „Magnetochemie“ einzugehen. Die Bestimmung des optischen Drehungsvermögens erfährt von *Großmann* und *Landau*, die sich ja auf diesem Gebiete erfolgreich betätigt haben, eine dementsprechende Behandlung. Für den Artikel „Bestimmung des Lichtbrechungsvermögens“ konnte der

Herausgeber den sachkundigsten Bearbeiter, *Fritz Löwe* (Jena), gewinnen. Eine sehr fleißige und gründliche Arbeit ist die kleine Monographie, die *R. Lucas* über die Radioaktivität geliefert hat. Sie dürfte eine der besten unter den kürzeren Einföhrungen in das Gebiet bilden und würde jedenfalls auch in einem Sonderdruck Beifall finden. Es folgt die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Gasen von *Gehlhoff*. Über die allgemeinen Methoden der Atomgewichtsbestimmungen berichtet *Köthner*, den ausführlichen systematischen Teil hat *Stähler* bearbeitet. Man hat hier eine vortreffliche Ergänzung zu dem besten Bericht, den wir über Atomgewichtsbestimmungen besitzen — den Einföhrungen von *Brauner* in Abeggs Handbuch der anorganischen Chemie.

Die beiden Arbeiten über die Bestimmungen aus der chemischen Kinetik und Statik von *Birstein* und von *Moser* dürften für ein Werk über Arbeitsmethoden doch wohl zu theoretisch gehalten sein; das rechte Maß in dieser Beziehung hält — wie alle Beiträge, die *Eucken* geliefert hat — der von diesem Autor herrührende Abschnitt über die Geschwindigkeit heterogener Reaktionen. In dem Artikel Graphische Darstellungen gibt *Kreman* eine sonst wohl noch nicht vorhandene, recht lehrreiche Zusammenstellung der hier von den verschiedenen Autoren angewandten Methoden. Den Schluß bildet ein Artikel von demselben Verfasser über Chemisches Rechnen; er ist zwar ein für das Gesamtwerk nicht gerade notwendiger Bestandteil, mag aber manchem Chemiker als Einföhrung oder als Repetitorium willkommen sein.

Die Aufgabe, welche sich der Herausgeber gestellt hat, ist eine so umfassende, daß es als eine Selbstverständlichkeit erscheint, wenn sie sich nicht an allen Stellen in gleichmäßiger Vollkommenheit gelöst zeigt. Die Durchsicht der drei erschienenen Bände läßt aber jedenfalls das Handbuch als eine überaus wertvolle Bereicherung der chemischen Literatur erkennen und führt zu dem lebhaften Wunsche, daß es dem Herausgeber trotz aller Hemmungen dieser Zeit gelingen möge, das Werk bald zu Ende zu führen.

Alfred Coehn, Göttingen.

Meyer, Hans, Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen. 3. Auflage. Berlin, Julius Springer, 1916. XXX, 1056 S. und 323 Figuren. Preis geh. M. 42,—, geb. M. 44,80.

Die gewaltige Ausdehnung der organischen Chemie hat mit sich gebracht, daß für den modernen Organiker, selbst wenn er über ungewöhnlich große Kenntnisse verfügt, Sammel- und Registrierwerke ganz unentbehrlich geworden sind. Deutschem Fleiß und deutschem Organisationstalent verdankt es die Welt, daß in den großen Handbüchern von *Beilstein* und *Richter* solche Werke zur Verfügung stehen, Hilfsmittel, welche eine mühelose Orientierung über jede organische Verbindung, mit der sich die Wissenschaft beschäftigt hat, ermöglichen.

Mit dem Anwachsen des Stoffes hat sich aber auch noch ein anderes Bedürfnis eingestellt. Es hat sich als nötig erwiesen, nicht nur die Resultate der Forschung zu registrieren, sondern auch die Arbeitsmethodik der verschiedenen Gebiete zusammenfassend darzustellen, wenn anders nicht viele wertvolle Leistungen dem großen Kreis der Chemiker verloren gehen sollen. Auch in dieser Beziehung ist es deutsches Verdienst, daß mustergültige Werke der bezeichneten Art zur Verfügung stehen.

Mit einem besonderen Zweig der Arbeitsmethodik,

der „Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen“, beschäftigt sich ein sehr umfangreiches Buch von Prof. Dr. *Hans Meyer* (Prag), ein Werk, das — in Chemikerkreisen bereits geschätzt — nun in seiner 3. Auflage erschienen ist.

Die Schwierigkeiten, welche die Abfassung eines Werkes wie das von *Hans Meyer* bietet, sind beträchtlich. Nur umfassendes Studium einer gewaltigen Literatur, gutes kritisches Empfinden, reiche praktische Erfahrung, und nicht zum letzten: ein Bienenfluß können auf diesem Gebiete Gediegenes schaffen. Seit mehr als einem Jahrzehnt bekannt als ein Brunnen, aus welchem der Organiker immer wieder Anregung und Belehrung schöpfen kann, macht das Werk von *H. Meyer* es eigentlich überflüssig, zu sagen, daß bei seiner Abfassung die genannten Vorbedingungen durchaus erfüllt waren. Dagegen scheint es angebracht, darauf hinzuweisen, daß das Buch auch in seiner neuen Auflage wiederum wertvolle Bereicherungen erfahren hat, und zwar vor allem durch die Aufnahme von *Pregls* mikro-analytischen Methoden, deren große Bedeutung feststeht, dann aber auch durch mancherlei kleinere Ergänzungen, denen man allerorten begegnet.

Wenn wir Deutsche gerade jetzt allen Grund haben, auf die hohe Leistungsfähigkeit unserer Chemie stolz zu sein, so dürfen wir dabei der Verdienste nicht vergessen, welche sich unsere deutsche *chemische Literatur* um das Blühen der Wissenschaft erworben hat. Werke wie *H. Meyers* „Analyse“ machen einen wichtigen Teil des Rüstzeuges aus, mit welchem die Forschung vorwärts dringt.

W. Schlenk, Jena.

Svedberg, The, Die Materie. Ein Forschungsproblem in Vergangenheit und Gegenwart. Deutsche Übersetzung von *H. Finkelstein*. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1914. 162 S. und 15 Abbildungen. Preis geh. M. 6,50, geb. M. 7,50.

Die Kenntnis der wunderbaren Erfolge, welche der Molekulartheorie in den letzten Jahren beschieden waren, hat noch nicht die Verbreitung gefunden, die der Bedeutung dieser Entdeckungen für das naturwissenschaftliche Weltbild zukommt.

Diese Bedeutung kommt dem Fernerstehenden erst dann voll zum Bewußtsein, wenn er den augenblicklichen Stand des Problems nicht — etwa in einem Artikel über die neuesten Entdeckungen — losgelöst von der historischen Entwicklung, sondern als letztes Endglied dieser erblickt.

Svedberg läßt in diesem kleinen Buch den Leser den Kampf des menschlichen Geistes mit den Problemen, welche ihm die unter dem Begriff Materie zusammengefaßten Eindrücke stellen, von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart miterleben. Die sechs Kapitel behandeln: Die Vorstellungen von der Materie bei den alten Kulturvölkern; Alchemie; die Erforschung der Materie wird Wissenschaft; die erste Periode der quantitativen Untersuchungen; die Wissenschaft von der Materie am Ende des 19. Jahrhunderts; die neuesten Entdeckungen.

Zwei Gefahren drohen vor allem einer solchen Darstellung: daß der Leser mit einer Fülle historischer Daten überschüttet und verwirrt wird, und daß in ihm die Neigung entsteht, von der Höhe des Erreichten mit leidig auf die Forscher der früheren Perioden herabzublicken. Von diesen beiden Fehlern ist *Svedbergs* Darstellung völlig frei. Aus jeder Periode hat er das Wesentliche plastisch herausgehoben und läßt erkennen, wie die Forscher jeder Periode in ihren Anschauungen durch die ihnen zur Verfügung stehenden Tatsachen bedingt waren.

In dem letzten Kapitel gibt der Verfasser eine außerordentlich klare, durchaus populäre Darstellung dessen, was die Molekulartheorie den Entdeckungen auf dem Gebiete der Radioaktivität und der *Brownschen* Bewegung verdankt. Seinen eigenen Anteil an den experimentellen Erfolgen hat er bescheiden verschwiegen. Vielleicht hätte hier die Entdeckung der Isotopie Erwähnung finden sollen, da sie doch von grundlegender Bedeutung für unsere Auffassung der Materie ist.

Das Buch, welches keinerlei Vorkenntnisse voraussetzt, kann jedem Gebildeten entschieden empfohlen werden.

H. v. Halban, Würzburg.

Urbain, G., und A. Sénéchal, Introduction à la chimie des complexes. Paris, A. Hermann et Fils, 1913. 477 S. Preis geh. Frs. 15.—.

Die anorganischen Komplexsalze finden in den Lehrbüchern der anorganischen Chemie noch immer nicht gebührende Berücksichtigung. Sie müssen auch dem Verfasser eines solchen Buches Verlegenheit bereiten, weil sie sich nicht in das übliche System einordnen lassen. Wenn man, wie es meist geschieht, diese Salze bei den betreffenden Schwermetallen bespricht, kommt nicht zum Ausdruck, welche Bedeutung ihrer Gesamtheit zukommt, sie erscheinen vielmehr an jeder einzelnen Stelle als Ausnahmen. Aber noch mehr f  llt ins Gewicht, daß bei einer solchen Behandlung der Leser niemals mit der Chemie dieser Verbindungen vertraut wird, so wie er mit den Gedankengängen der organischen Chemie nicht vertraut würde, wenn diese etwa innerhalb der anorganischen Chemie behandelt würde.

Dieser Vergleich ist kaum übertrieben. Die vollkommensten Komplexe unterscheiden sich in ihrem Wesen und in den theoretischen und experimentellen Methoden, die sich bei ihrem Studium entwickelt haben, so wesentlich von den übrigen anorganischen Verbindungen, daß sie einer gesonderten, eingehenden Behandlung bedürfen.

Nun besitzt die deutsche chemische Literatur in *Werners* „Neueren Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie“ die klassische Darstellung dieses Gebietes. Trotzdem kann dem vorliegenden Buche die Daseinsberechtigung nicht abgesprochen werden, weil es sich in der Art der Darstellung und dem Umfang des besprochenen Materials wesentlich von dem *Wernerschen* Buch unterscheidet, sich deshalb zum Teil an einen anderen Leserkreis wendet beziehungsweise auch demjenigen noch manches bietet, der das *Wernersche* Buch bereits kennt.

Das Werk zerfällt in vier Teile. Der erste gibt auf etwas mehr als hundert Seiten eine knappe Erörterung der für das Gebiet so wichtigen Begriffe stabil, instabil, metastabil und der Prinzipien der chemischen Dynamik und der Elektrochemie, welche für ein klares Verständnis des Folgenden erforderlich sind. Auf diese Weise wird vor allem auch der Anfänger in den Stand gesetzt, das Buch vom Anfang bis zum Ende zu verstehen; aber die Darstellung ist so lebhaft und eindringlich, überall bestrebt, Mißverständnisse, denen man erfahrungsgemäß häufig begegnet, aufzuklären, daß diese Einleitung auch dem Vorgeschnittenen von Wert sein wird.

Der zweite Teil behandelt die „vollkommenen“, der dritte die „unvollkommenen“ Komplexe und der vierte die Doppelsalze.

Unter vollkommenen Komplexen verstehen die Verf. solche, bei denen der Charakter des betreffenden Schwermetallions vollständig, unter unvollständigen solche, bei denen er nur zum Teil verdeckt ist. Diese Einteilung erscheint auf den ersten Anblick willkürlich und unberechtigt, da, wie die Verf. selbst betonen,

eine scharfe Trennung zwischen diesen Gruppen sich nicht durchführen läßt, vielmehr alle Übergangsstufen bestehen. Doch läßt sich das gegen jede Einteilung einwenden und die von den Verf. gewählte wird durch das ganze Buch gerechtfertigt; es handelt sich tatsächlich um zwei verschiedene Typen, welche verschiedene experimentelle und theoretische Mittel zu ihrer Bearbeitung erfordern, und die Trennung erscheint um so berechtigter, als es sich in der Mehrzahl der Fälle nicht so sehr um einen Unterschied in der Beständigkeit, d. h. in der Lage der Gleichgewichte handelt — hier ließe sich gewiß keine Grenze ziehen —, sondern um Unterschiede in bezug auf die Geschwindigkeit, mit der die Gleichgewichte sich einstellen. Diesen Punkt zum erstenmal klar herausgearbeitet zu haben, ist ein besonderes Verdienst der Verf. Bei der Beschäftigung mit den „vollkommenen“ Komplexen hat man es meist mit ausgesprochen metastabilen Gebilden zu tun — sie wurden gelegentlich mit eingerosteten Maschinen verglichen, für welche die an beweglichen Gleichgewichten gemachten Erfahrungen nicht gelten — und deshalb erinnert dieses Gebiet so sehr an die organische Chemie, deshalb haben die aus dieser genommenen Methoden hier solche Triumphe gefeiert.

Bei den „unvollkommenen“ Komplexen stellen sich die Gleichgewichte mehr oder weniger rasch ein. Deshalb ist hier von der Anwendung der Kinetik viel zu erwarten, wie bereits die Untersuchungen von *Bjerrum* über die Chromchloride zeigen.

Abgesehen von der Art der Behandlung unterscheidet sich, wie bereits angedeutet, das vorliegende Buch auch dadurch wesentlich von dem Wernerschen, daß dieses in seinem systematischen Teil das ganze vorliegende Tatsachenmaterial bringt, während hier nur die Verbindungen einzelner Elemente besprochen werden, um die einzelnen Typen zu illustrieren. Es sind dies für die vollkommenen Komplexe die Verbindungen des Platins und des Kobalts, für die unvollkommenen diejenigen des Chroms und für die Doppelsalze der Karnallit und das System Eisenchlorid-Chlorwasserstoff.

Die Darstellung ist durchweg vorzüglich, klar und anregend. Es sei auch erwähnt, daß die Verf. die deutsche Literatur des Gebietes gründlich kennen und entsprechend berücksichtigt haben.

Das Buch wird jedem Chemiker und in einzelnen Kapiteln auch andern Naturwissenschaftlern eine geäußreiche und anregende Lektüre bieten.

H. v. Halban, Würzburg.

Sabatier, Paul, Die Katalyse in der organischen Chemie. Aus dem Französischen übersetzt von *H. Finkelstein*. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1914. 243 S. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 11,50.

Obwohl die Erscheinungen der Katalyse schon seit einem Jahrhundert bekannt sind, hat man erst in den letzten Jahren begonnen, sich ihrer bewußt und systematisch als eines präparativen Hilfsmittels in der organischen Chemie zu bedienen. Und doch war zu erwarten, daß hier, wo es sich fast immer darum handelt, unter zahlreichen möglichen Reaktionen die gewünschte am schnellsten, d. h. praktisch ausschließlich, verlaufen zu lassen, der Katalyse große Erfolge beschieden sein müßten.

Während *Ipatiew, Paal, Willstätter* u. a. in erster Linie Methoden zur Hydrierung im flüssigen System auffanden, haben *Sabatier* und seine Mitarbeiter ihre großartigen präparativen Erfolge durch die planmäßige

Anwendung fester Katalysatoren auf gasförmige Systeme erreicht.

Wer sich aber dieser Methoden bedienen wollte, war bisher gezwungen, die zerstreute Literatur zu studieren, um etwas dem gerade vorliegenden Fall Ähnliches zu finden. Es lag also ein entschiedenes Bedürfnis für ein derartiges Buch vor.

Der Verf. gibt eine möglichst vollständige Übersicht der bisher auf dem Gebiet der organischen Chemie beobachteten Katalysen, wobei offenbar das Hauptgewicht auf jene Reaktionen gelegt wird, welche bereits präparativ verwendet worden sind oder sich verwenden lassen dürften. Auch kann es nach dem Gesagten nicht überraschen, daß die Katalyse in fest-gasförmigen Systemen einen besonders breiten Raum einnimmt. Doch scheinen auch die in den festflüssigen und homogenflüssigen Systemen beobachteten Katalysen vollständig berücksichtigt zu sein. Diese Zusammenstellung bedeutet eine ungeheure Arbeit. Das Buch ist für jeden Chemiker von sehr großem Wert, nicht nur, weil es das Auffinden schon bekannter und das Ausarbeiten neuer Methoden außerordentlich erleichtert, sondern auch, weil es sicher nach verschiedenen Richtungen anregend und befruchtend wirken wird, denn fast auf jeder Seite finden sich noch ungelöste Probleme.

Denjenigen also, die sich mit Arbeitsmethoden vertraut machen oder sich einen möglichst vollständigen Überblick über das gesamte Tatsachenmaterial verschaffen wollen, kann das Buch rückhaltlos empfohlen werden. Der Titel könnte nun aber auch zu der Erwartung veranlassen, daß man sich aus diesem Buche auch über den Stand der von der physikalisch-chemischen Seite ausgehenden Katalysforschung — soweit es sich um das Gebiet der organischen Chemie handelt — unterrichten kann; das ist aber nicht der Fall. Die beiden Kapitel, welche den allgemeinen und theoretischen Erörterungen gewidmet sind, nehmen nicht nur verhältnismäßig wenig Raum ein, sondern sie werden auch entschieden dem nicht gerecht, was die chemische Kinetik hier schon erreicht hat. So ist bei der Besprechung der negativen Katalyse die Auffassung, daß es sich hierbei stets um Bindung positiver Katalysatoren handelt, nicht erörtert und *Titoffs* grundlegende Arbeit nicht erwähnt. Dasselbe gilt für die Arbeiten von *Goldschmidt* und von *Bredig* und seinen Schülern, welche zeigen, daß die katalytische Wirkung der starken Säuren sich nicht, wie ursprünglich angenommen, dem Wasserstoffion allein zuschreiben läßt.

Auch in den speziellen Kapiteln finden bei der Besprechung der einzelnen Reaktionen die darüber vorliegenden kinetischen Untersuchungen der letzten Jahre keine Erwähnung.

Die Übersetzung ist sachlich und sprachlich vorzüglich. Bei einer neuen Auflage, welche dem Buche zweifellos bald beschieden sein wird, sollte auch für ein alphabetisches Sachregister gesorgt werden.

H. v. Halban, Würzburg.

Höber, R., Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. 4. neubearbeitete Auflage. Leipzig und Berlin, Wilhelm Engelmann, 1914. XVIII, 808 S. und 75 Fig. Preis geb. M. 20,—.

Das Amt des Berichterstatters ist anlässlich der 4. Auflage des Höberschen Werkes leicht. Das Buch ist bereits bei seinem ersten Erscheinen als eine ganz hervorragende Bereicherung unserer wissenschaftlichen Literatur anerkannt worden, und die stetig kürzere

Spanne zwischen den Neuauflagen ist ein Beweis, wie schnell sich der Kreis, der daraus Belehrung holen will, vergrößert. Obgleich an den Grundprinzipien der Darstellung, in der Behandlung und Einteilung des Stoffes keine wesentlichen Änderungen bei den jeweiligen Neuauflagen vom Autor vorgenommen worden sind, stellt sich, dank der ungemeinen Bereicherung des zu behandelnden Materials, jede Auflage als ein neues Werk dar. Auch die vorliegende 4. ist gegenüber der 3. ganz bedeutend erweitert, und auch der Fachmann wird mit Erstaunen gewahr, wie emsig auf dem Gebiet der physikalisch-chemischen Biologie gearbeitet wird, und auch er wird mit dankbarer Anerkennung aus der anregenden Darstellung des Verfassers großen Nutzen ziehen.

Wie in den früheren Auflagen folgt nach der Erörterung der osmotischen Verhältnisse die Darstellung der Ionentheorie und das Massenwirkungsgesetz. Ein besonderer Abschnitt wird der quantitativen Bestimmung der Wasserstoffionen gewidmet, entsprechend der Bedeutung, die diesem Faktor bei den Lebensvorgängen zukommt. Die Darstellung der Grenzflächenprobleme, die der Kolloide, der die Erörterung der Permeabilitätstheorien folgt, nehmen einen großen Teil des Werkes ein und gehören zum Besten, was wir darüber besitzen. Dann folgen Abschnitte über die Theorien der Narkose, über die physiologischen Wirkungen von einzelnen Elektrolyten und von Elektrolytkombinationen und über elektrische Vorgänge an physiologischen Membranen. Die zwei letzten Abschnitte über die Fermente und über physikalische Probleme des Stoff- und Energiewechsels sind in ihrer relativen Kürze ganz meisterhaft.

Es ist erstaunlich, wie das ungemein vielseitige Material in dem Buche organisch verarbeitet wird. Nicht tote Tatsachen werden einem dargeboten, sondern ein von kritischem Geist gesichtetes Ganze. Der lebendige, klare Stil trägt dazu bei, die Lektüre des Buches zu einem Genuß zu gestalten.

P. Rona, Berlin.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Reisen in Mexiko.

In der Sitzung am 3. Juni sprach Herr Dr. Erich Haarmann über seine *Reisen in Mexiko*, die er zum Zwecke geologischer Untersuchungen fast ohne Unterbrechung drei Jahre lang durchgeführt hat. Der Vortragende begann mit einem Überblick über die politischen Verhältnisse des Landes, die augenblicklich sehr verfahren sind, nicht zum wenigsten durch die Schuld der jeweiligen mexikanischen Staatslenker, deren Eintagsdasein es nicht zur Ausbildung jenes Verantwortlichkeitsgefühls kommen läßt, das für die erfolgreiche Leitung eines modernen Staatswesens unerlässlich ist. Die Union hat, trotz der Todesopfer zahlreicher amerikanischer Bürger und der weitgehenden Zerstörung amerikanischen Eigentums, bis in die letzte Zeit hinein nichts Ernsthaftes gegen Mexiko unternommen, bis auf eine vorübergehende Besetzung von Veracruz. Die Vereinigten Staaten ziehen es vor, abzuwarten, bis ihnen Mexiko als reife Frucht in den Schoß fällt. Auch für die Deutschen wäre die wirtschaftliche oder politische Eroberung Mexikos durch die Amerikaner das kleinere Übel, weil der jetzige, dauernd revolutionäre Zustand jede Betätigung unserer Kaufleute unsicher macht, während unser Handel unter amerikanischer Herrschaft doch

voraussichtlich ruhig und sicher arbeiten könnte, wenn auch die Amerikaner für sich die größten Vorteile herausholen dürften.

Den mittleren Teil Mexikos nimmt ein Hochland, die Mesa Central, ein, das gegen die beiden Ozeanfronten durch die östliche und die westliche Sierra Madre, gegen Süden durch die vulkanreiche Sierra Nevada begrenzt wird. Nach Norden, gegen die Vereinigten Staaten, ist Mexiko weder geographisch noch geologisch scharf begrenzt; auf eine Strecke bildet der Rio Grande del Norte eine natürliche Grenze.

Der Aufbau des Landes gibt ihm auch sein klimatisches Gepräge. An den Küsten finden sich die heißen tropischen Streifen der sogenannten Tierra caliente, während das Hochland die kühlere, für unsere Begriffe noch immer genügend warme Tierra templada bildet, auf welche dann in größeren Höhen die Tierra fria folgt. Die feuchten Ostwinde liefern in der sommerlichen Regenzeit sehr starke Niederschläge an der Ostküste, in der östlichen Sierra Madre und im östlichen Gebiete der Mesa Central, während deren westlicher Teil, ebenso wie die Westküste, sehr trocken ist. Die reichen Niederschläge, welche das Hochland im Süden hat, werden nach Norden zu immer geringer; das mittlere Nordmexiko nördlich des Wendekreises ist auch im Sommer sehr trocken; in manchen Jahren bleibt der Regen völlig aus, und das Wüstenklima beherrscht hier weite Strecken.

Für die heutigen Oberflächenformen sind tektonische Vorgänge bestimmend gewesen, die sich in der geologischen Vorzeit abgespielt haben. Die Sedimentgesteine, welche vorwiegend der Kreideformation angehören, sind durchweg mehr oder weniger stark gefaltet. Diese Faltenzüge ragen zum Teil als Gebirgsrippen aus der Mesa Central hervor, die man sich also nicht als eine ebene Fläche vorzustellen hat, wie man nach ihrem Namen (Mesa = Tisch) vermuten sollte. Das Faltengebirge ist jedoch, bevor es seine heutige Lage einnahm, durch die abtragende Wirkung des Meeres in weitgehendem Maße verändert worden. Das Meer schuf durch Abhobelung der Falten eine Abtragungsfläche, die sich langsam aus den Fluten erhob, und auf welcher nun der festländischen Erosion durch die Struktur der Falten die Wege gewiesen wurden. In dieser Weise wurde das alte Faltengebirge zu dem riesigen Block der heutigen Mesa Central umgestaltet. Bei weiterer Hebung griff die Erosion in den randlichen Faltenzügen immer schärfer ein; die Täler, welche Abfluß nach dem Meere hatten, wurden immer mehr ausgetieft, und die Gebirgskämme und Berggipfel erhoben sich immer höher über die Talböden. So entstanden an den Rändern der Mesa wild zerrissene Gebirgsformen, die östliche und die westliche Sierra Madre, die namentlich vom Küstenlande aus als imponierende Gebirgsketten erscheinen, deren Dasein aber keineswegs selbständigen Hebungen, sondern lediglich der hier durch das starke Gefälle begünstigten Erosionswirkung zu verdanken ist. Im Gegensatz zu den Randzonen hatten die Täler im Innern der Mesa keinen Abfluß nach dem Meere; sie konnten also nicht durch Erosion vertieft, ja nicht einmal von den hineingeführten Schuttmassen befreit werden, die sich infolgedessen in den Tälern immer mehr anhäuften. Immer tiefer wurden daher die Gebirgsketten in ihrem eigenen Schutt begraben, so daß sie heute nur noch teilweise über die schutterfüllten Täler emporragen. Daher machen diese inneren Gebirge auf den Beschauer bei weitem nicht den großartigen Eindruck wie die randlichen Sierras, trotz-

dem sie den letzteren an absoluter Höhe keineswegs nachstehen.

Nach diesem Gesamtüberblick griff der Vortragende einige typische Landschaften heraus, die er an der Hand von Lichtbildern eingehender beschrieb und so einen guten Eindruck von dem vielseitigen und großartigen Charakter des Landes vermittelte.

Zunächst schilderte er das *Hochtal von Mexiko*, in dem die Hauptstadt des Landes gelegen ist, mit den berühmten schwimmenden Gärten von Xochimilco und dem Texcocosee, der rings von hohen vulkanischen Bergen umgeben ist, deren Grundwasser einen starken Druck auf dasjenige des Tales ausübt, so daß ein 45 m hoher artesischer Springquell entsteht, dessen Steighöhe allerdings gefördert wird durch die aus dem Boden emporquellende Kohlensäure. In der Hauptstadt selbst geben die Kathedrale, zahlreiche Kirchen, Klöster und andere prächtige alte Bauten aus spanischer Zeit dem Stadtbild ein charakteristisches Gepräge. Fremdartig berühren die Charakterpflanzen des mexikanischen Hochtales, Yucca, Organos mit schneeweißen Blüten und die Agave mit ihrem hohen Blütenstand. Da letzterer die Pflanzen zum Absterben bringt, so hindern die Bewohner dessen Entwicklung durch rechtzeitiges Ausschneiden des sogenannten Herzens der Pflanze. In der so entstandenen Höhlung sammelt sich der Saft an, der täglich durch Ausaugen mit einem Flaschenkürbis entnommen und zur Herstellung der Pulke, eines gegorenen Getränkes von 6 % Alkoholgehalt, verwendet wird, welches das hier nicht bekannte Bier ersetzt. Eine wichtige Kulturpflanze ist der Mais, auf dessen Feldern man die größeren Steine absichtlich liegen läßt, weil sie dazu beitragen, die Verdunstung der Feuchtigkeit aus dem Boden zu verhindern. Man reist gewöhnlich in einem mit vier Maultieren bespannten Wagen, oder reitet zu Pferde, begleitet von Gepäcktieren. Auch der Esel ist ein wichtiges Reittier.

Ein wesentlich anderes Landschaftsbild bieten die dem Südrand des Hochlandes aufgesetzten *Hochvulkane der Sierra Nevada*, von denen vier die einzigen Berge Mexikos sind, deren Gipfel ewiger Schnee bedeckt. Der höchste von ihnen ist der bekannte, 5550 m hohe Pik von Orizaba (= Rauchender Berg), der in einem steilwandigen vereisten Krater kulminiert, welcher 1804 seinen letzten Ausbruch hatte. Niedriger sind der Popocatepetl mit 5450 m und der benachbarte Iztaccihuatl (= Weiße Frau) mit 5280 m. Bei ihnen liegt die Schneegrenze in etwa 4300 m Höhe. Die vulkanische Tätigkeit ist fast ganz erloschen; nur im Krater finden sich aufsteigende Fumarolen. Während diese Vulkanberge sich in imposanten Profilen zu stolzen Kegeln erheben, ist der weiter im Westen gelegene Nevado de Toluca von flacherer Form und beträchtlich niedriger, nur 4550 m. Sein Gipfel trägt einen weiten, 1430 m langen und 600 m breiten Krater, auf dessen Boden sich zwei Seen befinden und in dessen Mitte sich eine trachytische Quellkuppe erhebt. Der etwas südlicher gelegene Colima erreicht nicht ganz 4000 m. An seiner Nordostflanke bildete sich im Jahre 1869 ein neuer Seitenkrater.

Etwa 143 km nordöstlich der Hauptstadt in der östlichen Sierra Madre liegt *Necaxa*, das neuerdings eine große Bedeutung gewonnen hat, weil das Wasser der Mesa Central hier ein starkes Gefälle erreicht, das zum Betriebe eines großen Elektrizitätswerkes ausgenutzt wird, welches nicht nur die Stadt Mexiko,

sondern auch wichtige Bergwerksdistrikte mit Elektrizität versorgt. Ein großer Staudamm sammelt das Wasser, das in mächtigen Röhren tief hinab zu dem Gebäude geführt wird, in welchem die Wasserkraft in elektrische Kraft von 100 000 PS umgesetzt wird, wobei noch große Wassermengen als imposante Fälle ungenutzt in die Tiefe gehen. Während die ersten sechs hier aufgestellten Generatoren zu je 10 000 PS deutsches Fabrikat waren, sind die beiden letzten zu je 20 000 PS bei englischen Firmen bestellt worden. Ein in der Nähe liegendes Dorf zeigte zwar eine von den Europäern stark beeinflusste Bauart der Hütten, die Bewohner aber sind unvermischte Indianer, die noch nicht einmal die spanische Landessprache angenommen haben.

Der *nördliche Teil des mexikanischen Hochlandes* bildete ein spezielles Forschungsgebiet des Vortragenden. Hier erleichtert die dünne und lückenhafte Vegetationsdecke in hohem Maße geologische Untersuchungen, und die innere Struktur der Erdkruste läßt sich an vielen Stellen klar erkennen. Andesite und Basalte haben vielfach die Kalksedimentgesteine emporgepreßt. Anderwärts haben sich die Faltenzüge gestaut an einem Block paläozoischer Gesteine. Gelegentlich finden sich Tafelberge als Überreste der alten Abtragungsfläche. Auch hier im Norden gibt es Vulkane, die aber viel älter sind als diejenigen des Südens; oft bestehen sie nur noch aus kümmerlichen Resten, oder sie treten als Lakkolithe auf, von Sedimentgesteinen mantelähnlich umlagert. Die Silberminen sind außerordentlich ergiebig und verleihen Mexiko den Rang als erstes Silberland der Welt. Stammen doch von den 7 Millionen Kilogramm der jährlichen Silberproduktion der Welt 2,3 Millionen aus Mexiko. Die größte Schwierigkeit bereitet der Mangel an Wasser, das auch häufig noch wegen seines Salzgehalts als Trinkwasser unbrauchbar ist. In dem großenteils wüstenhaften Gebiet stehen für die Berieselung des fruchtbaren Landes, das sich zur Baumwollkultur eignet, nur wenige Flüsse zur Verfügung. Die Verteilung des Berieselungswassers unter den Baumwollranchos ist daher gesetzlich streng geregelt. Der Lohn für die Arbeiter auf diesen Gütern, deren Areal bis zu 5000 qkm beträgt, ist gering, 2 Centavos (= 4 Pf.) pro Kilo gepflückter Baumwolle. Im allgemeinen macht der Nordmexikaner einen sympathischeren Eindruck als der Bewohner des Südens. Von charakteristischen Tierformen sind die großen Landschildkröten zu erwähnen.

Zum Schluß besprach der Vortragende noch die *Petroleumvorkommen des Staates Veracruz* in dem heißen Küstenstrich am Mexikanischen Golf. Während vor 1907 die Erdölproduktion sehr gering war, betrug sie 1907 1 Million Barrels, 1910 bereits 4½ Millionen, 1911 12½ Millionen, 1914 20 Millionen, 1915 33 Millionen. Diese sprunghafte Entwicklung wurde im wesentlichen durch drei Bohrungen verursacht, vor allem durch jene 1911 fündig gewordene Bohrung im Potrero del Llano, die der englischen Pearson-Gesellschaft gehört und vor ihrer Fassung täglich 100 000 Faß oder 15 Millionen Kilogramm Erdöl auswarf. Alle Tankanlagen reichten nicht aus, um die Mengen, welche jene gewaltigste Petroleumquelle der Erde lieferte, zu fassen, und der größte Teil mußte daher ungenutzt abfließen. An diesen Unternehmungen ist mexikanisches, amerikanisches, britisches und holländisches Kapital beteiligt, aber kein deutsches. O. B.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 28.

14. Juli 1916.

LIBRARY
RECEIVED

Vierter Jahrgang.

DEC 6 1922

INHALT:

Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Veröffentlichungen. Von *Prof. Dr. Karl Fischer, Berlin-Friedenau.* (Schluß aus Heft 20 und 23.) S. 397.

Das Altbackenwerden der Brotkrume vom physiologisch-chemischen Standpunkt betrachtet. (Bericht nach den Untersuchungen von J. R. Katz-Amsterdam.) Von *Prof. Dr. R. J. Meyer, Berlin.* S. 403.

Besprechungen:

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Von *K. Hencky.* S. 408.

Wiedemann, E., Ueber die Uhren im Bereich der islamischen Kultur. Von *F. Göpel.* S. 410.

Kleine Mitteilungen:

Untersuchungen über Nährhefe. Der Schlaf der Tiere. Amerikanische Kalifunde. S. 411–412.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. S. 412.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1916, H. 8, 9 u. 10. S. 415.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 15. u. 30. Mai 1916. S. 416.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie

Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure

Herausgegeben von **Conrad Matschoß**

Band VI

mit 183 Textfiguren und 6 Bildnissen

Preis brosch. 6.— M., in Leinwand gebunden 8.— M.

Inhalt:

Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen. Schmiedemaschinen. Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer. Hannover

Beiträge zur älteren Geschichte der Leuchttürme. Von Dr. Richard Hennig, Berlin.

Der Bickfordsche Sicherheitszünder und die Errichtung der ersten Sicherheitszünderfabrik in Deutschland. Von Professor Hugo Fischer, Dresden

James B. Francis. Zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe.

Peter Ritter von Tunner und seine Schule. Von Hofrat Dr.-Ing. h. c. Josef Gängl v. Ehrenwerth, o. ö. Professor der k. k. Montanistischen Hochschule in Leoben.

Ein Beitrag zur Geschichte der Großgasmaschine. Von Dr. Wilhelm von Oechelhaeuser, Dessau.

Die Lokomotiven der vormaligen Braunschweigischen Eisenbahn, unter Mitberücksichtigung gleichartiger Lokomotiven bei anderen Bahnverwaltungen. Von W. Nolte, Hannover.

Die bisher erschienenen 5 Bände kosten brosch. je 8.— M., geb. je 10.— M.

Ausführliches Inhaltsverzeichnis aller Bände steht kostenlos zur Verfügung

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



ZEISS

Mikroskope

u. mikroskopische Hilfsapparate

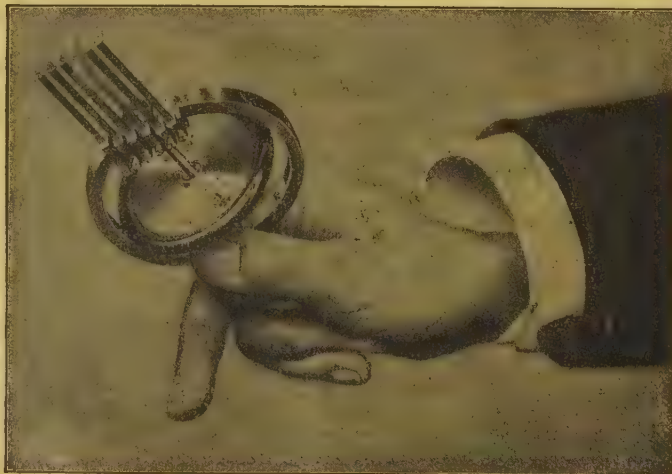
Paraboloid-Kondensor
für Dunkelfeldbeleuchtung

Lupen, Epidiaskope,
Projektions-Apparate

Kleiner Projektions-Apparat
für Diapositive.

Druckschriften kostenfrei.

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde und ihre bisherigen Veröffentlichungen.

Von Prof. Dr. Karl Fischer, Berlin-Friedenau.

(Schluß aus Heft 20 und 23.)

4. Die Wasserkräfte des Berg- und Hügellandes in Preußen und benachbarten Staatsgebieten.

Eine Anwendung der Untersuchungen über Niederschlag und Abfluß besteht darin, daß man die Abflußhöhe von Flußgebieten schätzen kann, wenn nur ihre Niederschlagshöhe bekannt ist. Hiervon muß für die kleineren Flüsse Deutschlands vorläufig noch oft Gebrauch gemacht werden. Durch Hinzunahme solcher Schätzungen zu den Abflußmessungen ist es möglich geworden, näherungsweise die Größe der Wasserkräfte zu berechnen, die im Gebirgs- und Hügellande Preußens und in den eingeschlossenen Gebietsteilen der Bundesstaaten vorhanden sind. Ausgenommen ist dabei das Königreich Sachsen, für das eine Ermittlung durch seine eigenen Behörden erfolgt ist. Die Arbeit der preußischen Landesanstalt ist niedergelegt in einem Tabellenbände, dem eine kurze Einleitung und zwei Übersichtskarten 1: 500 000 beigegeben sind, und 101 Reichskartenblättern 1: 100 000¹⁾. Diese Einzelblätter, die auch einzeln bezogen werden können, sind besonders für diejenigen bestimmt, die der Ausnutzung der Wasserkräfte eines bestimmten Flusses nähertreten wollen. Die Tabellen sind auch für viele andere Zwecke wertvoll, da sie von etwa 3000 einzelnen Gebietsteilen die mittlere jährliche Niederschlagshöhe (im wesentlichen nach *Hellmanns* Regenkarte für Deutschland) nebst der zugehörigen Abflußhöhe und Flächengröße des Gebiets enthalten. Den aus Gebietsfläche, Abflußhöhe und Flußgefälle berechneten mittleren jährlichen Wasserkraften sind diejenigen hinzugefügt worden, die durchschnittlich 9 Monate im Jahre nicht unterschritten werden. Ergab diese Zahl nicht mindestens eine rohe Wasserkraft von 15 PS auf den Kilometer Lauflänge, so wurde die betreffende Flußstrecke aus der Berechnung der Wasserkräfte ausgeschieden, da die Ausnutzung geringerer Kräfte sich kaum lohnen würde. Als rohe Wasserkraft ist 1 PS gleich 100 Meterkilogramm i. d. Sek. gesetzt worden, indem der Wirkungsgrad der Kraftmaschine zu 0,75 angenommen wurde. So verstanden, sind auf der untersuchten Fläche, die etwa 91 800 qkm groß ist, im Jahresdurchschnitt 1 811 050 PS vorhanden, und 600 194 PS werden in 9 Monaten nicht unterschritten. Bereits belegt

sind im Jahresmittel erst 446 633, hierbei 155 075 in 9 Monaten nicht unterschritten. Auf 1 qkm kommen im Jahresmittel 19,7 vorhandene und 4,9 ausgenutzte PS; während 9 Monate nicht unterschritten sind hierbei 6,5 und 1,7 PS. „Ein erheblicher Teil harret demnach noch der nützlichen Verwendung“, nämlich rd. drei Viertel.

Das Statistische Landesamt hat in seiner Stat. Korresp.¹⁾ diese Zahlen mit den Dampfmaschinen verglichen. Die feststehenden Dampfmaschinen in Preußen hatten am 1. 4. 1914 zusammen 6,493 Millionen PS, wozu noch die Dampfturbinen mit 1,530 Millionen PS. kommen²⁾. Zusammen gibt dies über das Vierfache der vorhandenen mittleren Wasserkraft. Die Stat. Korresp. hebt aber hervor, daß bei den Wasserkraften auf Dauerbetrieb gerechnet werden kann, also 8760 Stunden im Jahre, bei den Dampfmaschinen dagegen wohl nur auf rd. 3000 Jahresstunden. Das Verhältnis der weißen zur schwarzen Kohle wird hierdurch also wesentlich günstiger.

5. Untersuchungen von vorwiegend methodischer Bedeutung.

Zur Beherrschung der großen Zahlenmassen, die in der Gewässerkunde nicht zu umgehen sind, wird viel von der Verbindung rechnerischer und zeichnerischer Verfahren Gebrauch gemacht. Namentlich werden oft gewisse aus den Wasserständen (h) oder Abflußmengen (Q) gebildete Ordnungslinien verwendet. Man kann sie sich so entstehen denken, daß man die kleinsten Teilchen dt des zu untersuchenden Zeitraums derart ordnet, daß man mit dem dt des kleinsten h oder Q beginnt und zu immer größeren h oder Q aufsteigt. Trägt man dann die dt wagerecht nebeneinander und zu jedem dt das zugehörige h oder Q senkrecht auf, so bilden die Endpunkte der h oder Q eine Linie, die an keiner Stelle fällt, sondern nur steigt oder in Ausnahmefällen streckenweise wagerecht verläuft. Aus diesen Linien ist zu entnehmen, wie lange die Unter- und wie lange die Überschreitung eines bestimmten h oder Q im ganzen dauerte. Die Landesanstalt für Gewässerkunde nennt diese Linien deshalb *Wasserstands- oder Abflußmengendauerlinien*. Beispiele von Abflußmengendauerlinien aus einer Abhandlung des Geh. Baurats *Bindemann*³⁾ gibt Fig. 4. Sie gelten für den Unterlauf von Weichsel, Elbe und Rhein und den 20jährigen Zeitraum 1876/95. Die Abflußmengen sind cbm/sek. Die Linien zeigen

¹⁾ 12. Dezember 1914.

²⁾ Statist. Jahrb. f. d. preuß. Staat 1914, S. 175.

³⁾ H. Bindemann, Die Verwertung der Häufigkeitszahlen der Wasserstände. Jahrb. f. d. Gewässerk. Norddeutshl., Besond. Mitt. Bd. 1, Nr. 1.

¹⁾ Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1914.

Wasserwuchs eine ähnliche Bedeutung wie für die Beziehungen Aken—Barby die Saale, jedoch mit dem Unterschied, daß die Bezugslinie mit Vergrößerung des Wasserwuchses nach links rückt (Fig. 6).

Die Abhandlung enthält außerdem die nötigen Angaben über die Fortschrittsgeschwindigkeit der Flutwellen, die unter, in und über Ausuferungshöhe verschieden ist.

Weitere Aufschlüsse über Wasserstandsvorhersagen geben u. a. die bei der Oderstrombauverwaltung bearbeitete Hochwassermeldeordnung für die Oder und ihre Nebenflüsse (Breslau, W. G. Korn), das vom Geh. Baurat *Ruprecht* verfaßte, für die Vorhersagen an der Weser grundlegend gewordene Kapitel „Häufigkeit und Gleichwertigkeit der Wasserstände“ im Weserstromwerk (III, S. 536) und die vom Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie in Baden herausgegebenen Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet, namentlich Heft VIII (v. *Tein*, Der Abflußvorgang im Rhein unter der wechselnden Wasserlieferung des Stromgebietes und die Vorherbestimmung der Rheinstände).

Zu den Veröffentlichungen von vorwiegend methodischer Bedeutung ist auch die schon S. 264 erwähnte Abhandlung von *E. Beyerhaus* über die Abflußmengenmessungen der Rheinstrombauverwaltung zu rechnen.

6. Sonstige Veröffentlichungen.

Die Veröffentlichungen der Landesanstalt bilden eine beständige Ergänzung der Sammelwerke über die norddeutschen Ströme. In der äußeren Anlage gilt dies namentlich von dem Werk über die deutschen Küstenflüsse¹⁾. Von allgemeiner Bedeutung ist besonders ein Kapitel dieses Werkes, in welchem *Keller* den Zusammenhang der Wasserstandsschwankungen der Ostsee mit denen der Nordsee und damit des Weltmeeres behandelt. Er weist nach, daß die Ostsee sowohl im mittleren jährlichen Gang des Wasserstandes wie in den Schwankungen ihres mittleren Wasserstandes von Jahr zu Jahr im wesentlichen der Nordsee folgt, wobei die in die Ostsee mündenden Flüsse aber bestimmte Änderungen bewirken. In entsprechender Weise ergeben sich die Wasserstandsverhältnisse der in die Ostsee eingeschalteten Haffe und Bodden aus einer Kreuzung der von der See und der vom Binnenlande ausgehenden Einwirkungen. Der Zufluß vom Binnenlande kann freilich erst zur Geltung kommen, wenn man die auf Luftdruckänderungen, mehr aber noch auf Windwirkungen beruhenden unregelmäßigen Wasserstandsschwankungen, die zuweilen in wenigen Stunden erhebliche Beträge annehmen, durch ausreichende Mittelbildungen ausgleicht, z. B. also, wenn man durch Monatsmittel aus einer größeren Reihe von Jahren den mittleren jährlichen Gang der Wasserstände berechnet. An der Ostsee ist dieser wesentlich anders als an ihren Zuflüssen. Die Ostsee steht an der deutschen Küste durchschnittlich im April

und seinen Nachbarmonaten am niedrigsten, im August und seinen Nachbarmonaten am höchsten. Ihr niedrigster Stand tritt also noch während des großen Frühjahrsabflusses vom Binnenland ein, ihr höchster, wenn der Abfluß aus dem deutschen Binnenland auf sein kleinstes Maß zu sinken beginnt. Diese grundverschiedenen Arten des Ganges kreuzen sich also in den Haffen und Bodden. Im Frischen und im Stettiner Haff ist die See dabei der gebietendere Teil, ebenso in den pommerischen Bodden, die nur schwachen Zufluß vom Lande haben. In diesen Gewässern hat der Wasserstand seine durchschnittlich höchste Lage also im Hochsommer, die niedrigste im Frühjahr. Im Kurischen Haff trifft die Höchstlage dagegen auf den April und die vorhergehenden Monate, also auf die Jahreszeit des stärksten Abflusses vom Lande. Der Hochstand der See im Hochsommer erzeugt allerdings auch einen solchen des Haffes; dieser kommt aber dem im Frühjahr nicht gleich. Das abweichende Verhalten des Kurischen Haffes läßt sich nicht durch die Größe seines Zuflußgebietes erklären (Memelstrom), sondern entspringt daraus, daß der Austausch zwischen Haff und See bei ihm schwerer vor sich geht, wozu im Frühjahr auch die großen Eismassen dieses Haffes beitragen.

Ähnlich wie die See auf die Haffe, wirken diese auf die unteren Strecken der in sie mündenden Flüsse. So erhält man z. B. als jährlichen Gang der Wasserstände bei Stettin, ausgedrückt durch Abweichungen vom Jahresmittel, für 1896/1910 folgende Zahlen:

Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
— 9	— 2	— 4	+ 7	+ 2	+ 2 cm
Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.
+ 1	— 3	+ 6	+ 6	+ 1	— 8 cm.

Die Hebung im Sommer rührt nur von der Ostsee her, nicht von der Wasserführung der Oder. Und doch stehen die Wasserstände bei Stettin auch zur Wasserführung der Oder in enger Beziehung; nur muß man sie dann nicht für sich allein, sondern ihren Unterschied gegen die bei Swinemünde betrachten. Die Fallhöhe von Stettin bis Swinemünde stellt sich 1896/1910 folgendermaßen:

Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
7	11	14	18	22	24 cm
Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.
20	14	13	11	9	8 cm.

Das mittlere Gefälle Stettin—Swinemünde ist also, ebenso wie die Abflußmenge der Oder, im Herbst am kleinsten, wird dann den Winter hindurch bis zum Frühjahr immer größer und nimmt hierauf wieder ab, und zwar wie der Abfluß der Oder bis Juni verhältnismäßig rasch, dann langsamer. Ein ganz ähnlicher gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen dem Gefälle Stettin—Swinemünde und den Abflußmengen der Oder zeigt sich bei der Betrachtung von Einzelfällen. Nur muß man die durch die Winde hervorgerufenen kurzen Schwankungen

¹⁾ Deutsche Küstenflüsse. Bearbeitet in der L. f. G. von *J. Kres*. Berlin, E. S. Mittler & Sohn, 1911.

ausgleichen, indem man bei Swinemünde und Stettin nicht die Wasserstände zu einem bestimmten Zeitpunkt, sondern in Mittelwerten für mehrere Tage nimmt. Bei Niedrigwasser der Oder (150 cbm/sek) stellt sich die Fallhöhe von Stettin bis Swinemünde dabei auf 6—7 cm, während sie bei Hochwassern von 2000 cbm/sek, die noch nicht die größten der Oder sind, 50 cm übersteigt¹⁾. Wie an binnenländischen Flußstrecken, wenn sie nicht im Stau eines beweglichen Wehres liegen, der einfache Pegelstand zugleich ein Maß der Wasserführung bietet, ist dies hier also bei den Höhenunterschieden zwischen Stettin und Swinemünde der Fall. Das Stettiner Haff ist kein Sammelbecken, das die ihm vom Lande zuströmenden Wassermassen längere Zeit zurückhalten könnte. Im allgemeinen stellt sich vielmehr ziemlich bald das Gefälle ein, das zur Ausströmung des Binnenwassers in das Haff und weiter in die See erforderlich ist.

See und Haff beeinflussen die in sie mündenden Flüsse auf um so längere Strecken, je kleiner das Flußgefälle ist. Besonders merkwürdig ist in dieser Hinsicht die Peene. Ihr zur mecklenburgisch-uckermärkischen Seenplatte gehörender Gebietsteil liegt z. T. mehr als 100 m über NN, bis zu 179 m im höchsten Punkte. Die Flußsohle der Peene liegt aber schon am Oberlauf, bei Malchin, 104 km von der Mündung, unter dem Haffspiegel, und zwar auch bei dessen tiefster Lage. Der Wasserspiegel der Peene hat dabei ein so schwaches Gefälle, daß die Wasserstände auch noch bei Malchin wesentlich vom Haff abhängen. Die hieraus folgenden Eigentümlichkeiten des Abfluvorgangs der Peene sind zum Teil schon in dem Werk über die Küstenflüsse kurz von mir dargelegt und dann sehr eingehend von E. Levin²⁾ untersucht worden. Seiner ergebnisreichen Abhandlung sind die Fig. 7 und 8 als Beispiele dafür entnommen, in welcher Form die Spiegelschwankungen des Haffes in die Peene eindringen. Die in den Figuren genannte Pegelstelle Westklüne liegt am Kleinen Haff unweit der Mündung des Peenestromes. (Dieser ist zu unterscheiden vom Peenestrom, der Haff und See verbindet und hier außer Betracht bleibt.) Meyenkrebs liegt bei Demmin, 70 km von der Mündung. Das Mittelwasser liegt bei Meyenkrebs nur 11 cm höher als an der Mündung; auf den Kilometer beträgt das mittlere Gefälle also nur 1.6 mm. An dieser Strecke vollziehen sich die Wasserstandsschwankungen infolgedessen ähnlich wie in einer Förde fast nur nach denen an der Mündung des Gewässers, während dessen eigener Zufluß nur von nebensächlicher Bedeutung ist (Fig. 7). Oberhalb Demmin ist der Flußquer-

schnitt enger und das Gefälle nicht ganz so klein, nämlich von Aalbude, wo die Peene den Kummerower See verläßt, bis Meyenkrebs gleich 17 cm auf 20 km oder 8,5 mm auf 1 km. Die vom Haff kommenden Schwankungen werden an dieser Strecke stark gedämpft, viele ganz ausgelöscht. Die Wasserstandsbewegung nimmt dort also eine wesentlich andere Form an. Wie sehr sie hierbei aber vom Haff abhängig bleibt, zeigt Fig. 8. In dieser sind dieselben Wasserstände dargestellt wie in Fig. 7; nur sind die Linien Westklüne und

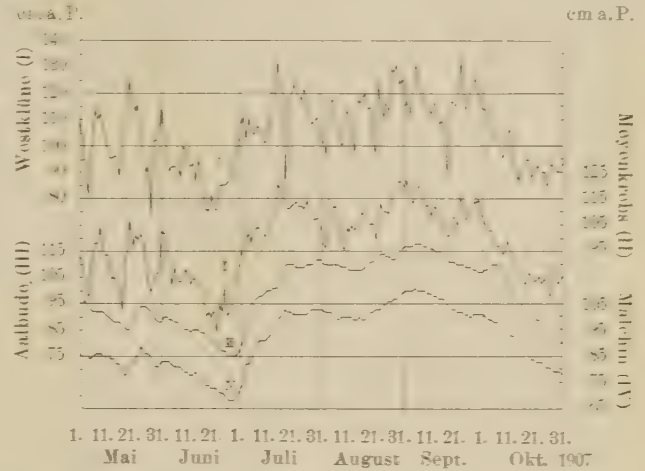


Fig. 7. Tägliche Wasserstände an Pegeln der Peene und des Stettiner Haffs.

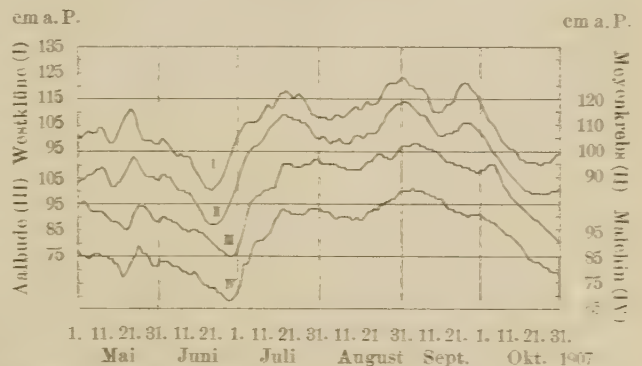


Fig. 8. Wasserstände wie in Fig. 7, aber bei Westklüne und Meyenkrebs 9- bis 11-tägig ausgeglichen.

Meyenkrebs durch Mittelbildung über 9 bis 11 aufeinanderfolgende Tage ausgeglichen. Es ist überraschend, wie ähnlich sie hierdurch den Linien für die obere Peene (Aalbude, Malchin) geworden sind. Man könnte fast zweifeln, ob die Linienform sich wirklich flußaufwärts und nicht, wie an binnenlandflüssen, flußabwärts fortpflanzt, wenn nicht die zeitliche Verschiebung der Linien gegeneinander jeden Zweifel hierüber beseitigte und nicht außerdem ausgeschlossen wäre, daß eine Anschwellung der Peene eine annähernd gleich große des Haffes nach sich zieht.

Die rechnerische Ausgleichung der Schwankungen hat in diesem Fall also fast genau dasselbe Ergebnis wie die im *Flusse selbst* stattfin-

¹⁾ Karl Fischer, Die Einwirkung der Oder, besonders ihrer Hochwasser, auf das Stettiner Haff. Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 169.

²⁾ E. Levin, Zur Klimatologie und Hydrologie des Peenegebiets. Jahrb. f. d. Gewässerkd. Norddeutschl., Besond. Mitt. Bd. 2, Nr. 8.

dende Ausgleichung. *Levin* führt noch eine Reihe ähnlicher Fälle vor, aber auch solche erheblich anderer Art. Die Beziehungen zwischen Peene und Haff verändern sich nämlich mit der Wasserführung der Peene. Und so abhängig vom Haff die Peene auch ist, sind die Schwankungen ihrer eigenen Wasserführung zum Teil doch selbst noch an den Wasserständen am Unterlauf nachweisbar, so z. B. im jährlichen Gang des Gefälles, obschon es an der untersten Flußstrecke verschwindend klein ist.

Zwei andere Abhandlungen betreffen die *Sommerhochwasser der Oder*¹⁾. So oft solche in neuerer Zeit eingetreten sind, war die Wetterlage fast stets derart, daß ein Luftdrucktief südöstlich vom oberen Odergebiet im mittleren Teil der von *van Bebber* mit Vb bezeichneten Zugstraße vorhanden war, die, den Alpenkamm westlich lassend, vom Nordrande des Adriatischen Meeres aus etwa die Richtung nach dem Finnischen Meerbusen hat. Das Tief kommt meist aus Süden oder Südosten; oft wirkt mit ihm ein zweites, von der Nordsee südöstlich vorstoßendes, zusammen²⁾. *H. Mann* hat durch mühsame Quellenforschungen nachgewiesen, daß auch das große Hochwasser vom August 1813, das weit vor der Zeit liegt, seit der zusammenhängende meteorologische Beobachtungsnetze bestehen, aus einer Wetterlage jener Art hervorgegangen ist. Im Anschluß hieran ist der Verlauf des Hochwassers ausführlich dargestellt. Bei der Bedeutung, die das Hochwasser für den Ausgang der Schlacht an der Katzbach und die Kriegereignisse der nächsten Tage hatte, ist diese schöne, durch *J. Partsch* angeregte Untersuchung zugleich ein wichtiger Beitrag zur Kriegsgeschichte jener Tage.

Aus meinen Untersuchungen über die Oderhochwasser will ich hier nur ein Ergebnis erwähnen. Das Auftreten so häufiger Oderhochwasser vom Jahre 1880 ab hatte seinerzeit besonders deshalb so befremdet, weil man wohl die unmittelbar vorhergegangenen Jahrzehnte im Gedächtnis hatte, in denen die Oder von größeren Sommerhochwassern frei war, nicht aber die frühere Zeit, in der solche ebenfalls häufiger vorkamen. Ich habe nachweisen können, daß die Unterbrechung der Sommerhochwasser durch die Freijahre 1856/79 mit Schwankungen des Temperaturunterschiedes zwischen West- und Ostdeutschland zusammenhängt, und zwar hatte der Westen in jenen Jahren einen größeren Temperaturüberschuß über den Osten als durchschnittlich³⁾. Der Osten war im Vergleich zum Westen

also etwas zu kühl. Merkwürdig ist ferner, daß seit 1892 auch verhältnismäßig oft starke Niedrigwasser eingetreten sind, ohne daß die Sommerhochwasser seltener geworden wären. Vorher waren die Jahresreihen mit überwiegenden Hochwassern dagegen von denen mit überwiegenden Niedrigwassern deutlicher getrennt. Es ist also gleichsam, als wolle die Natur den Nachweis unterstützen, daß die Wasserwirtschaft auf einen Ausgleich zwischen Hoch- und Niedrigwassern bedacht sein muß.

Von *Friedrich Vogel* (†) rühren außer vielen Beiträgen zu den Werken über die Ströme, die Küstenflüsse und die Wasserkräfte zwei Abhandlungen über *Grundwasser* her. Die eine ist eine literarische Vorarbeit, nämlich ein von Inhaltsangaben, Auszügen und einer zusammenfassenden Besprechung begleitetes Verzeichnis der Schriften über das unterirdische Wasser und die Quellen im Weser- und Emsgebiet¹⁾; die andere behandelt die Grundwasserstandsbewegung in der Partheniederung²⁾, einem Diluvialtal, das sich aus der Gegend südwestlich von Grimma nach Leipzig erstreckt und einst Wasser aus dem Gebiet der heutigen Zwickauer Mulde in das Saalegebiet hinüberführte, während es jetzt als oberirdischen Wasserlauf nur die kleine Parthe enthält. Außer dieser bewegt sich aber ein ergiebiger Grundwasserstrom durch das Tal, dem bei Naunhof Wasser zur Versorgung von Leipzig entnommen wird. *Vogel* untersucht die Änderungen des Grundwasserstandes in dieser Gegend sowohl nach ihrem jährlichen Gang wie nach ihren Beträgen von Jahr zu Jahr und weist nach, daß die den Grundwasserstrom speisenden Niederschläge, die nicht an Ort und Stelle selbst, sondern in einem weiteren Gebiete fallen, über Jahresfrist hinaus auf die Höhe des Grundwassers einwirken. Besonders bemerklich machen sich dabei starke Landregen im Sommer. So oft solche in einem Maße auftraten, daß die Mulde Hochwasser hatte, erfolgte im nächsten Jahre eine Zunahme des Grundwassers.

Der Zusammenhang zwischen Flüssen, Grundwasser und Quellen nimmt auch in Deutschland stellenweise ähnliche Formen an wie in den Karstländern. Oft ist von den hierher gehörenden Erscheinungen die Donauversinkung in Baden und Württemberg erörtert worden, die der in den Bodensee fließenden Ach zugute kommt. Ähnlich ist der Flußschwund auf der Paderborner Hochfläche, denen die Paderquellen nebst vielen andern Quellen jener Gegend ihre Stärke verdanken. Sie alle überragt aber die *Rhumequelle*, deren Ergiebigkeit 1,4 bis 4,8 cbm/sek beträgt, so daß die Rhume schon 250 m unterhalb der Quelle die Turbinen einer Papierfabrik treibt. Das der oberirdischen Wasserscheide entsprechende

auch im Zentralbl. d. Bauverw. 1915, Nr. 24, und Kulturtechniker 1915.

¹⁾ Jahrb. usw., Besond. Mitt. Bd. 2, Nr. 1.

²⁾ Besond. Mitt. Bd. 1, Nr. 5.

¹⁾ a) *Heinrich Mann*, Das Hochwasser vom August/September 1813. Jahrb. f. d. Gewässerk. Norddeutschl., Besond. Mitt. Bd. 1, Nr. 2. b) *Karl Fischer*, Die Sommerhochwasser der Oder von 1813—1903. Wie vor Bd. 1, Nr. 6.

²⁾ *G. Hellmann* und *G. v. Elsner*, Meteorologische Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder. Berlin, Behrend & Co., 1911.

³⁾ *Karl Fischer*, Temperaturgang und Oderhochwasser, „Das Wetter“ 1915, H. 1 und 2, Verkürzt

Niederschlagsgebiet der Quelle trägt zu jenen Mengen nur einen unwesentlichen Teil bei, im Mittel wahrscheinlich noch nicht 0,1 cbm/sek. Wie *Karl Thürnau* nachgewiesen hat¹⁾, empfängt sie ihre Wassermenge größtenteils durch Versinken aus den Harzflüssen Oder und Sieber, vielleicht auch noch aus anderen. *Thürnau* legt die geologischen Verhältnisse dar, die dies erklärlich machen und gibt dabei auch eine Karte der unterirdischen Wasserzüge zwischen dem Harzrand und der Rhumequelle. Der Nachweis des Zusammenhangs ist durch Färbversuche und durch Vergleichung des Abflußvorganges geführt, wobei es sehr lehrreich ist, die Veränderungen zu verfolgen, welche sich aus der zeitweiligen Aufspeicherung des Wassers in den unterirdischen Hohlräumen ergeben.

In den Zusammenhang zwischen Geologie und Gewässerkunde führt außerdem eine von geologischen Gesichtspunkten durchsetzte Statistik der *märkischen stehenden Gewässer* von *Max Samter*²⁾. Im Anschluß hieran behandelt derselbe Verfasser *vier märkische Seen und die Beziehung zwischen Wassertemperatur und Tiergeographie in ihnen*³⁾.

Die *Flüsse* der Mark sind, wie sich bei ihrer großen wasserwirtschaftlichen Bedeutung von selbst versteht, ebenfalls fortgesetzt Gegenstand eingehender Untersuchungen. Aus der Reihe der letzteren sind Geschwindigkeitsformeln für Havel und Spree von *Paul Scholz* in den Besonderen Mitteilungen Bd. 1, Nr. 7, erschienen, dagegen als selbständige amtliche Veröffentlichungen der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen die im wesentlichen ebenfalls von *Scholz* verfaßten „Beiträge zur Gewässerkunde der Märkischen Wasserstraßen“⁴⁾ und das Werk „Wasserwirtschaft und Wasserverteilung im Gebiete der Märkischen Wasserstraßen“⁵⁾. Auf diese beiden Werke ist also trotz ihres bedeutsamen Inhalts an dieser Stelle nicht einzugehen.

7. Schluß.

In den Veröffentlichungen der Landesanstalt für Gewässerkunde spiegelt sich das Wirken der Anstalt nur zum Teil wider. Wie in der Einleitung erwähnt wurde, ist es eine Hauptaufgabe der Anstalt, erforderlichenfalls bei der Lösung wasserwirtschaftlicher Fragen aller Art mitzuwirken. Die zuständigen Zentralbehörden haben diese Mitwirkung in zahlreichen Fällen herbeigeführt. Die größtenteils von den Geh. Bauräten *Bindemann* und *Ruprecht* verfaßten Gutachten, welche die Landesanstalt daraufhin erstattet hat, erstrecken sich auf die verschiedensten Zweige der Wasserwirtschaft, wie Talsperren, Hochwasserregulierung, Stromausbau auf gewisse Mindesttiefe bei Niedrigwasser, Ausbau von Wasserkräf-

ten, Wasserversorgungen, Wasserstandsvorhersagen. Von diesen Gutachten, von denen manche die Entwicklung neuer Untersuchungsverfahren erforderten, sind nur wenige veröffentlicht worden, so z. B. ein von *Ruprecht* verfaßtes Gutachten über die Anlage von Hochwassersammelbecken im Okergebiet¹⁾. Gedruckt sind zwar auch mehrere andere worden, meist aber nur zur dienstlichen Verwendung, so ein ebenfalls von *Ruprecht* herrührendes Gutachten über gleichwertige Wasserstände an den Rheinpegeln, an das *Keller* eine Untersuchung über „die Speisung des Rheins aus dem Alpen- und Mittelgebirgslande bei Niedrigwasser“ geknüpft hat²⁾. — An außeramtlichen gutachtlichen Äußerungen sind aus der Landesanstalt hervorgegangen u. a. ein Bericht von *H. Keller* über „Einfluß der Zerstörung der Wälder und Trockenlegung der Sümpfe auf den Lauf und die Wasserverhältnisse der Flüsse“³⁾, und mein Vortrag über die von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft gestellte Frage, welche Wasserabflußmassen in Deutschland für die Ackerbewässerung vorhanden und ausnutzbar sind⁴⁾.

Die Gutachten der Landesanstalt für Gewässerkunde haben eine Reihe wichtiger wasserwirtschaftlicher Maßnahmen wesentlich gefördert. Fördernd ist die Anstalt auch an den weitgreifenden Plänen beteiligt, welche die Sicherung der Wasserversorgung Großberlins bezwecken. Ihr Leiter, *H. Keller*, hat hierfür eine Untersuchung über „Ober- und unterirdische Wasserwirtschaft im Spree- und Havelgebiet“ ausgeführt, die zu grundlegenden neuen Feststellungen über die verborgenen Beziehungen zwischen Grund- und Flußwasser geführt hat, die zu immer größerer Bedeutung für die Wasserwirtschaft gelangen werden.

Wie eine Reihe anderer in der Neuzeit geschaffener Anstalten, hat also auch die Landesanstalt für Gewässerkunde die Aufgabe, die wissenschaftliche Erkenntnis zum Gewinn für das wirtschaftliche Leben und die Forderungen des wirtschaftlichen Lebens zum Gewinn an wissenschaftlicher Erkenntnis werden zu lassen.

Das Altbackenwerden der Brotkrume vom physiologisch-chemischen Standpunkt betrachtet.

(Bericht nach den Untersuchungen von
J. R. Katz - Amsterdam.)

Von Prof. Dr. R. J. Meyer, Berlin.

In früheren Besprechungen der wertvollen Arbeiten des Amsterdamer Arztes Dr. J.

1) Jahrb. usw., Besond. Mitt. Bd. 2, Nr. 6.

2) Jahrb. usw., Besond. Mitt. Bd. 2, Nr. 4.

3) Besond. Mitt. Bd. 2, Nr. 5.

4) Berlin, W. Ernst & Sohn, 1905.

5) Bd. 1, bis 1905 gehend, Potsdam 1907. Bd. 2, 1906—1910, Potsdam 1911.

1) Jahrb. usw., Besond. Mitt. Bd. 1, Nr. 3.

2) Geogr. Zeitschr. Bd. 14, H. 10, S. 537.

3) Internat. Schifffahrtkongreß Mailand 1905, 1. Abt., 2. Frage.

4) Jahrb. d. Deutsch. Landw.-Ges. 1913, 1. Lief., S. 65.

R. Katz¹⁾ ist schon hervorgehoben worden, daß die Frage nach den Ursachen und der Verhütung des Altbackenwerdens des Brotes sowohl vom chemischen und physiologischen Standpunkte großes Interesse bietet, als auch von wirtschaftlichen und sozialen Gesichtspunkten aus. Es leuchtet ein, daß, wenn es gelingt, das Brot für längere Zeit frisch zu erhalten, die Notwendigkeit der Nacharbeit in den Bäckereien fortfallen würde, und daß andererseits auch ein sparsamerer Verbrauch unseres wichtigsten Volksnahrungsmittels gewährleistet sein würde, wenn das Backwerk seine Schmackhaftigkeit auch bei längerem Aufbewahren nicht verlöre. Dies gilt natürlich in erster Linie für Weißbrot. Daß solche Forschungen in einer Zeit, in der wir bemüht sein müssen, die Ausnutzung unserer Nahrungsmittel auf den höchstmöglichen Grad zu steigern, besondere Beachtung verdienen, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

Die folgende Besprechung verfolgt daher den Zweck, die wichtigsten Ergebnisse der neueren Arbeiten von Katz über das Altbackenwerden der Brotkrume, die in Deutschland in Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie 1915 und 1916 erschienen sind, einem weiteren Kreise zugänglich zu machen.

Während das Altbackenwerden der *Brotkruste* auf einem einfachen physikalischen Vorgange beruht, nämlich auf der Wasserdiffusion von der feuchten Krume und aus der Atmosphäre nach der stark ausgetrockneten Kruste, die dadurch weich und biegsam wird, ist das Altbackenwerden der *Krume* eine verwickeltere Erscheinung, die bisher nicht genügend aufgeklärt war. Nur so viel hatte Katz in seiner ersten Arbeit festgestellt, daß bei höherer und bei sehr tiefer Temperatur, nämlich oberhalb 55° und unterhalb -10°, die frische Krume stabil ist, während in dem dazwischen liegenden Intervall die altbackene Form die beständige ist. Über den chemischen Prozeß, der sich bei der Umwandlung: Frisch → Altbacken abspielt, wurden in dieser ersten Arbeit nur Andeutungen gegeben. Die Veränderungen, die die Krume bei der Aufbewahrung erleidet, äußern sich in der ungünstigen Beeinflussung des Geschmacks und Aromas und in der Konsistenz: das Brot wird hart und krümlig. Es ist nun die Meinung weit verbreitet, diese Konsistenzveränderungen beruhten einfach auf dem Austrocknen der Krume. Es ist natürlich richtig, daß das Altwerden beschleunigt wird, wenn das Brot beim Aufbewahren Gelegenheit hat, seinen Feuchtigkeitsgehalt nach außen abzugeben, aber schon Boussignault konnte im Jahre 1853 zeigen, daß das Hart- und Krümligwerden der Krume auch eintritt, wenn das Brot in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume sich befindet. Die Ursachen müssen also tiefer liegen.

Brot besteht hauptsächlich aus durch den

Backprozeß verquollenen Stärkekörnern, die durch ein Gerüst aus geronnenem Eiweiß (Gluten) verkittet werden. Diese beiden Hauptbestandteile, zu denen noch Hefezellen, Fett, Zucker und anorganische Salze kommen, gehören, wie fast alle hochmolekularen Stoffe, mit denen die physiologische Chemie zu tun hat, zu den quellbaren Substanzen. Legt man Brotkrume in Wasser, so füllen sich die Hohlräume des Brotschwammes, außerdem aber dringt Wasser in die feinsten Strukturelemente der festen Substanz, womit eine Volumenzunahme verbunden ist, die ungefähr dem Volumen des aufgenommenen Wassers gleich ist (Quellung). Will man also Änderungen im Quellungsvermögen studieren, so muß man das „mechanisch“ eingeschlossene Wasser, das zwischen den Hohlräumen sitzt und eine Volumenvergrößerung nicht hervorruft, entfernen, was durch Abpressen unter bestimmten, stets gleichbleibenden Bedingungen erreicht werden kann. Katz hat nun mit derart vorbehandelter gewässerter Brotkrume durch Trocknungsversuche festgestellt, daß das *Quellungsvermögen* der Krume beim Altbackenwerden recht erheblich abnimmt, da frisches Brot mehr als zweimal soviel Wasser aufnimmt als altbackenes. Diese Versuche lassen sich auch so durchführen, daß man einfach das Volumen gleicher Mengen frischer und alter Krume im maximalen Quellungsstate mißt und miteinander vergleicht, ein Prinzip, das von Katz zu einer recht genauen quantitativen Bestimmung des Quellungsvermögens ausgearbeitet worden ist. Hierbei hat sich auch wieder bestätigt, daß die Unterschiede zwischen „frisch“ und „alt“ bei Gegenwart von Wasser vollkommen bestehen bleiben, daß also Wasser das Altbackenwerden keineswegs verhindert.

Die zunächst entstehende Frage ist nun die, ob die Änderung im Quellungsvermögen auf einer Änderung in der *Stärke* oder im *Eiweiß* des Brotes beruht. Um diese Frage zu beantworten, hat Katz aus der Krume einmal das Eiweiß mit Pepsinsalzsäure oder in neutraler Lösung durch Papayotin und andererseits die Stärke mittels amyolytischer Fermente — am besten mit menschlichem Speichel — herausgelöst, um festzustellen, durch welche dieser beiden Behandlungsweisen der Unterschied im Quellungsvermögen verschwindet. Ohne auf die Versuchsanordnung hier einzugehen, sei nur das allgemeine Ergebnis mitgeteilt, daß die Stärke im frischen und altbackenen Brot dieselben Unterschiede im Quellungsvermögen zeigt wie das Brot selbst, daß dagegen das Eiweiß in beiden Fällen das gleiche Quellungsvermögen besitzt. Hieraus ergibt sich also, daß die Abnahme des Quellungsvermögens beim Altbackenwerden die Stärke und nicht das Eiweiß betrifft. Diese Feststellung fand ihre Bestätigung in einer Versuchsreihe, bei der einerseits Weizenstärke (eiweißfrei), andererseits Eiweiß (stärkefrei) aus Weizenmehl, zu einem Brei angerührt, einer Art Backprozeß durch Erhitzen

¹⁾ Naturwissenschaften 1913, S. 304 und 1087.

unterworfen wurde. Untersuchte man in beiden Versuchsreihen einen Teil der erhaltenen Produkte sofort und ließ einen zweiten Teil 24 Stunden alt werden, so zeigte sich auch hier, daß das Quellungsvermögen der Stärke abnahm, das des Eiweißes dagegen konstant blieb. Außerdem konnte auch das Härterwerden der Stärke beim Altern beobachtet werden. Ferner zeigte sich, daß der *Gehalt der Krume an wasserlöslichen Bestandteilen* beim Altern abnimmt, und zwar betrifft der Rückgang, wie festgestellt wurde, weder die eiweißartigen Substanzen noch den Zucker, noch die anorganischen Salze, wie durch analytische Bestimmung dieser Bestandteile in der frischen und der alten Krume festgestellt wurde, sondern ausschließlich die Polysaccharide, und zwar hauptsächlich denjenigen Anteil, der in starkem Alkohol unlöslich ist. So betrug der in Alkohol unlösliche Teil bei frischem Brot 5,29 %, im altbackenen 1,78 %. Hieraus ist zu schließen, daß der Rückgang auf einer Verminderung des Gehalts an wasserlöslicher Stärke und der dieser am nächsten stehenden Dextrine beruht. Es handelt sich dabei nach Ansicht von *Katz* nicht um eine Löslichkeitsverminderung dieser Bestandteile, sondern um einen Rückgang in ihrer Menge, während die Menge der löslichen Eiweißkörper sich nicht ändert. Die Stärke erleidet also chemische Veränderungen beim Altbackenwerden, die vielleicht auf dem Übergange einer labilen in eine stabile Modifikation beruhen. Diese Auffassung konnte auch durch Löslichkeitsversuche mit Stärke und Eiweiß, die in derselben Weise wie bei der Untersuchung des Quellungsvermögens einem Erhitzungsprozeß unterworfen worden waren, bestätigt werden. Zusammenfassend ergibt sich also:

1. Beim Altbackenwerden finden in der Stärke des Brotes chemische Änderungen statt, wodurch sie härter wird, ein kleineres Quellungsvermögen bekommt und weniger lösliche Polysaccharide enthält.

2. Im Eiweiß treten keine chemischen Änderungen während des Altbackenwerdens auf.

Dies gilt nicht nur von Weizenbrot, sondern auch von Brot aus kleinfreiem Roggenmehl, z. B. dem in Deutschland allgemein üblichen „Schwarzbrot“.

Die Erfahrung lehrt, daß der Prozeß des Altbackenwerdens bei Weißbrot in etwa 24 Stunden beendet ist. *Katz* hat nun die Geschwindigkeit dieses Vorganges quantitativ verfolgt, indem er die Zunahme der Härte und die Abnahme des Quellungsvermögens sowie die der wasserlöslichen Stärke in einem Zeitraume von 48 Stunden verfolgte. Eine der beiden mitgeteilten Versuchsreihen sei hier wiedergegeben. (S. Tabelle auf nächster Spalte.)

Man sieht aus diesen Zahlen, daß die Änderungen in der Härte, dem Quellungsvermögen und im Gehalte an wasserlöslicher Amylose einander parallel gehen, während das „Krümligwerden“

Alter des Brotes	Krümligkeit	Härte ¹⁾	Quellungsvermögen ²⁾	Wasserlösliche Amylose
1 Std.	nicht krümlig	0,240	52 $\frac{1}{2}$	3,81 %
3 "	"	0,150	46 $\frac{1}{2}$	3,67 "
6 "	"	0,106	44 $\frac{1}{2}$	3,65 "
9 "	"	0,090	41	3,43 "
12 "	leichter Anfang	0,076	39 $\frac{1}{2}$	3,34 "
24 "	stark	0,044	36 $\frac{1}{3}$	3,25 "
48 "	noch stärker	0,030	34 $\frac{1}{2}$	2,91 "

den anderen Veränderungen nachhinkt. Eine Brotkrume von 9 Stunden Alter ist z. B. bereits weitgehend verändert, ohne krümlig geworden zu sein.

Es fragt sich schließlich, wie die Änderungen im Geschmack und in der Konsistenz: das Hart- und Krümligwerden des altbackenen Brotes, mit der chemischen Veränderung der Stärke im Zusammenhange stehen, und ob noch andere Einflüsse vorhanden sind, die diese geschmacklichen und mechanischen Eigenschaften mitbestimmen. Der süßere und aromatischere Geschmack des frischen Brotes hängt wohl mit seinem größeren Gehalt an löslichen Polysacchariden zusammen. Speichel verzuckert gelöste Amylose viel schneller als nicht gelöste. Das Härterwerden des altbackenen Brotes steht jedenfalls im einfachen Zusammenhange mit der Zustandsänderung der Stärke, die in der Abnahme ihres Quellungsvermögens zum Ausdruck kommt. Das Krümligwerden dagegen, das dem Hartwerden nicht parallel geht, scheint noch von anderen Vorgängen abhängig zu sein. *Katz* nimmt an, daß beim Altbackenwerden mit dem verminderten Quellungsvermögen der Stärke ein Übergang von Wasser von der Stärke zum Eiweiß stattfindet. Indem dadurch die Stärkekörner schrumpfen und die Glutensäulen größer werden, wird der Zusammenhalt zwischen der Stärke und dem sie umschließenden Eiweiß gelockert und es entstehen Hohlräume, wodurch das Krümligwerden in einfacher Weise erklärt wird. Auch die experimentell beobachtete Tatsache, daß diese Zustandsänderung des Brotes den anderen Veränderungen gegenüber nachhinkt, findet in dieser angenommenen Wasserverschiebung ihre ungezwungene Erklärung; denn diese muß sich sehr langsam vollziehen, da der Wasserdampfdruck der Krume beim Altbackenwerden sich nicht meßbar ändert.

Schließlich ist noch eine Erklärung dafür zu geben, daß, wie die praktische Erfahrung lehrt, die Eigenschaften des Broteiweißes das Altbackenwerden in bezug auf die Konsistenz des Brotes deutlich beeinflussen, obwohl doch, wie wir gesehen haben, in diesem Bestandteil chemische

¹⁾ Die Zahlen bedeuten die Tiefe des Einsinkens eines beschwerten Metallstempels in die Krume in Millimetern.

²⁾ Volumen des Bodensatzes von 10 g in Wasser aufgeweichter Krume in Kubikzentimetern.

Veränderungen nicht stattfinden. Diese Frage hängt im wesentlichen mit der Art zusammen, in der die Teiggärung geführt wird, nämlich von der Temperatur des Teiges und von der Hefegabe, Faktoren, durch die die Konsistenz des koagulierten Eiweißes stark beeinflusst wird. Solche Verschiedenheiten in der Konsistenz des Eiweißes kommen naturgemäß dann auch in der Konsistenz des altbackenen Brotes zum Ausdruck.

Die hier wiedergegebenen Beobachtungen und ihre Deutungen finden eine interessante Ergänzung und Bestätigung durch das *Studium der mikroskopischen Struktur der Brotkrume*, über die in einer besonderen Abhandlung von Professor E. Verschaffelt und Fräulein E. van Teutem berichtet wird. Die mikroskopische Betrachtung dünner Wandungen der Höhlungen von frischer Weißbrotkrume zeigt, daß die Stärkekörner in das Eiweißskelett so eingebettet sind, daß jedes Korn von Eiweiß völlig und dicht umhüllt ist, während die Hefezellen in den Glutenlamellen ziemlich regelmäßig verteilt sind. Sehr schön läßt sich dieses Bild beobachten, wenn man das Präparat mit Jodjodkaliumlösung anfärbt. Die Stärkekörner färben sich dann blau, das Eiweiß wird gelb, die Hefezellen dunkler gelb. Noch klarer erscheint das Bild beim Anfärben mit Safraninlösung. Das Gluten wird dann rosenrot, die Stärkekörner bleiben ungefärbt und die Hefezellen werden dunkelrot, so daß sich die Konturen der Stärkekörner auf das deutlichste abzeichnen. Das mikroskopische Bild des altbackenen Brotes unterscheidet sich von dem des frischen nur dadurch, daß jedes Stärkekorn von dem es sonst dicht umgebenden Eiweiß durch feine lufthaltige Kanälchen getrennt ist, deren Breite bei den größeren Körnern etwa $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{10}$ des Durchmessers des Kornes beträgt. Diese Beobachtungen wurden an Brotkrume gemacht, die unter Vermeidung jeglichen Wasserverlustes in einer festgeschlossenen Flasche altbacken geworden war. Bemerkenswert ist nun weiterhin die Beobachtung, daß Brot, das etwa 9 Stunden alt war und das nach Härte, Quellungsvermögen und nach dem Gehalt an wasserlöslicher Amylose altbacken, in bezug auf die Krümligkeit aber noch frisch war (s. die Tabelle), sich mikroskopisch wie frischbackenes Brot verhielt. Es geht also die Entstehung der Lufträume dem Auftreten der *Krümligkeit* parallel. Diese Beobachtung bildet eine Bestätigung der oben erwähnten Auffassung von Katz, nach der die Krümligkeit die Folge einer Wasserabgabe von der Stärke an das Gluten ist, wodurch die Stärkekörner kleiner werden, schrumpfen und dadurch einen loseren Zusammenhang mit dem Glutenskelett bekommen.

Ein weiteres Kapitel der Arbeiten von Katz behandelt die Veränderungen der Stärke beim Backprozeß in ihrer Beziehung zu denen beim Altbackenwerden. Es stellt sich da die sehr interessante Beziehung heraus, daß das Altbackenwerden der umgekehrte Vorgang des Backvor-

ganges ist. Es wurden aus ein und demselben Teige vier Brote gebacken, deren Backzeit 12, 20½, 31 und 55 Minuten betrug. Die Krume dieser vier Brote wurde dann auf Quellungsvermögen und auf den Gehalt an wasserlöslichen, alkoholunlöslichen Polysacchariden untersucht. Hierbei ergab sich, daß der Wert des Quellungsvermögens beim Backen zunimmt und sich asymptotisch einem Grenzwert nähert. Dasselbe Verhalten zeigt die Stärke solcher verschieden lange Zeit gebackenen Krumen, wenn man das Eiweiß aus ihnen durch Verdauung entfernt. Ebenso nimmt der Gehalt an den gekennzeichneten Polysacchariden mit der Backdauer zu, indem er sich einem Grenzwert nähert. Die gleichen Verhältnisse findet man, wenn man Weizenstärke mit mäßig großen Mengen Wasser verschieden lange Zeit in zugeschmolzenen Röhren erhitzt. Diese „Backveränderungen“, wie sie Katz nennt, sind also, wie man sieht, die Umkehrung der beim Altbackenwerden sich vollziehenden Prozesse, und so kann man das Altbackenwerden als eine teilweise Rückkehr der Backveränderung nach dem rohen Zustande bezeichnen.

Da nun die numerischen Werte für die Veränderungen beim Backprozeß gegen einen Grenzwert hin konvergieren, so entsteht die Frage, welche Deutung dieser Tatsache zukommt. Man kann entweder annehmen, daß die einzelnen Stärkekörner eine verschieden große Widerstandsfähigkeit gegen das Erhitzen mit Wasser besitzen, so daß der Prozeß immer langsamer verläuft, in dem Maße, als schwerer angreifbare Individuen an die Reihe kommen, was an sich nicht sehr wahrscheinlich ist, oder die *Backveränderung ist ein Gleichgewichtsprozeß*, bei dem sich das Gleichgewicht um so mehr verschiebt, je höher die Temperatur ist. Die erstere Auffassung, die meist in den Lehrbüchern vertreten wird, setzt voraus, daß die Stärkekörner beim Backprozeß teilweise unverändert bleiben. Dem widerspricht aber die mikroskopische Untersuchung, die zeigt, daß im gebackenen Brote sämtliche Stärkekörner verändert sind. Für die zweite Auffassung spricht auch die Umkehrbarkeit des Backvorganges beim Altbackenwerden. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß die Backveränderung auf der Verschiebung eines Gleichgewichtsprozesses durch Temperaturerhöhung beruht. Ist dies richtig, so darf Brot, das nicht abkühlt, auch nicht altbacken werden. Daß diese Annahme den Tatsachen entspricht, hat Katz schon früher festgestellt, da er zeigen konnte, daß Brot oberhalb 55° überhaupt nicht altbacken wird. Katz hat jetzt dieselben Versuche noch einmal gründlicher durchgeführt, indem er frisch gebackene Brote 24 Stunden lang teils oberhalb, teils unterhalb 55° aufbewahrte und die charakteristischen Eigenschaften, nämlich Krümligkeit, Härte, Quellungsvermögen und den Gehalt an löslicher Amylose untersuchte. Hierbei hat sich eine vollkommene Bestätigung des früheren Ergebnisses herausgestellt, nämlich

daß Brot bei höheren Temperaturen frisch bleibt, auch wenn die Erhitzung tagelang dauert.

Die beobachtete charakteristische Änderung der Stärke beim Backen und die umgekehrte Änderung beim Altbackenwerden ist nun nicht etwa auf die gewöhnlich verbackene Weizen- und Roggenstärke beschränkt, sie läßt sich vielmehr bei Stärke jeder Pflanzenart beobachten. Die Versuche von *Katz* erstreckten sich auf Reismehl, Kartoffelstärke, Marantastärke, Linsenmehl, Gerstenmehl, Maizena, Sago und Hafermehl. In allen Fällen folgt die Änderung beim Erhitzen und ihr Rückgang, das Altbackenwerden, dem gleichen Gesetz. Praktisch zeigt sich das übrigens in der gerade jetzt leicht zu beobachtenden Tatsache, daß die verschiedenen „Kriegsbrote“ (Brot ohne Brotmarke), die aus Reis-, Kartoffel-, Mais- oder Sagomehl unter Zufügung eines Bindemittels als Ersatz des Eiweißes gebacken werden, ebenfalls altbacken werden. Unterschiede bei den verschiedenen Stärkearten finden sich nur in dem Sinne, daß das Verhältnis zwischen dem Rückgang im Quellungsvermögen und in der löslichen Amylose wechselt.

Zum Schluß wendet sich *Katz* der wichtigen Frage zu, ob es Substanzen gibt, die das Altbackenwerden des Brotes hemmen oder hindern. Die praktische Bedeutung dieses Problems liegt auf der Hand. Vom theoretischen Standpunkt aus läßt sich zunächst kaum etwas darüber aussagen, welche Substanzen oder Substanzklassen sich etwa hierfür eignen könnten. *Katz* ging nun von der Erwägung aus, daß flüssige, bei gewöhnlicher Temperatur leicht flüchtige und dabei wasserlösliche Körper die meiste Aussicht auf Erfolg bieten würden, weil bei ihnen die Möglichkeit vorliegt, sie in der fertig gebackenen Krume gleichmäßig zu verteilen; ihre Dämpfe werden sich nämlich in dem Quellungswasser des Brotes lösen und so auf die Brotsubstanz einwirken können.

Das Hauptergebnis der von *Katz* nach diesem Gesichtspunkt ausgeführten Versuche besteht in der interessanten Feststellung, daß sämtliche Aldehyde oder Substanzen mit einer Aldehydgruppe das Altbackenwerden des Brotes hemmen oder sogar aufheben, wenn sie nur genügend flüchtig und genügend wasserlöslich sind. Die Versuche wurden so angestellt, daß die frische Krume in einem geschlossenen Glase den Dämpfen der flüchtigen Substanz ausgesetzt wurde, so daß sie von ihr nicht benetzt wurde. Nach 24 oder 48 Stunden wurde die Krume auf ihr Quellungsvermögen und ihren Gehalt an löslicher Amylose untersucht, um den Grad der Altbackenheit festzustellen. Als konservierende Substanzen wurden Formaldehyd, Acetaldehyd, Propylaldehyd, Normal-Butylaldehyd, Isobutylaldehyd, Isovaleraldehyd sowie Acrolein und Crotonaldehyd benutzt. Alle diese Aldehyde verhindern das Altbackenwerden vollkommen. Am besten eignet sich Propylaldehyd, da er die Konsistenz des Gluten-

skeletts kaum beeinflußt, so daß die Krume völlig weich bleibt. Im Gegensatz zu dieser Wirkung der Aldehyde vermögen die *Ketone* das Altbackenwerden nicht zu verhindern. Mit Einwirkung von Aldehyden gelang es, Brot 3 Wochen lang frischzuhalten.

Leider läßt sich die Gruppe der Aldehyde für den praktischen Gebrauch nicht verwenden, weil ihre Einwirkung den Geschmack und Geruch ungünstig beeinflußt und auch gesundheitlich bedenklich wäre. Es erscheint aber nicht ausgeschlossen, daß es gelingen könnte, Substanzen zu finden, die, nach Geschmack und physiologischer Wirkung indifferent, berufen sein könnten, die vom wirtschaftlichen und sozialen Standpunkte so wichtige Frage der Frischhaltung des Brots in einfacher und entscheidender Weise zu lösen.

In einer kleinen Abhandlung beschäftigt sich *Katz* schließlich mit der Frage, ob die *Belichtung* einen Einfluß auf das Altbackenwerden ausübt. Es besteht nämlich in dieser Beziehung ein verschiedentlich geäußertes Vorurteil, das jedoch durch exakte Versuche in keiner Weise gestützt wird. *Katz* zeigt, daß ein solcher Einfluß, sei es ein das Altbackenwerden hemmender oder beschleunigender, sicher nicht besteht.

Fassen wir zum Schluß noch einmal die Ergebnisse der Arbeiten von *Katz* kurz zusammen, so ergibt sich folgendes:

1. Beim Altbackenwerden finden in der Stärke des Brotes chemische Änderungen statt, durch die sie härter wird, ein geringeres Quellungsvermögen bekommt und weniger lösliche Polysaccharide enthält.
2. Im Eiweiß treten keine chemischen Änderungen während des Altbackenwerdens auf.
3. Es findet eine Wasserverschiebung von der Stärke zum Eiweiß statt, die die Ursache des „Krümligwerdens“ bildet.
4. Diese Wasserabgabe verursacht infolge Schrumpfung eine Lockerung des Zusammenhaltes zwischen den einzelnen Stärkekörnern und dem sie umgebenden Eiweiß. Diese Auffassung wird durch das mikroskopische Bild der altbackenen im Vergleich zu dem der frischen Krume bestätigt.
5. Das Altbackenwerden ist die Umkehrung des Backprozesses. Während bei letzterem eine Steigerung des Quellungsvermögens der Stärke und des Gehalts an wasserlöslichen, alkoholunlöslichen Polysacchariden stattfindet, spielen sich diese Vorgänge beim Altbackenwerden in der entgegengesetzten Richtung ab. Es handelt sich um ein mit der Temperatur verschiebbares Gleichgewicht.
6. Das Licht hat keinen Einfluß auf das Altbackenwerden des Brotes.
7. Zur Verhinderung des Altbackenwerdens bieten sich folgende Mittel dar:
 - a) Aufbewahren des frischen Brotes bei einer Temperatur oberhalb 55°, wobei

die Abgabe von Wasser nach außen durch Herstellung des Wasserdampfdruckgleichgewichtes im geheizten Raume zu verhüten ist:

- b) Absorption der Dämpfe von leicht flüchtigen, wasserlöslichen Aldehyden durch die Brotkrume.

Wie bereits hervorgehoben wurde, läßt sich das an sich einfachere Konservierungsverfahren, das in der Einwirkung von *Aldehyden* besteht, so interessant es vom theoretischen Standpunkt aus ist, für den praktischen Gebrauch nicht verwerten. Dagegen scheinen grundsätzliche Bedenken gegen die Einführung des *Heizverfahrens* in Bäckereien nicht zu bestehen. *Katz* hat leider nichts darüber mitgeteilt, inwieweit solche Versuche im Bäckereibetriebe sich schon als erfolgreich erwiesen haben. Die größte Schwierigkeit dürfte hierbei in einer genauen Regulierung des Feuchtigkeitsgehaltes der Atmosphäre des Heizraumes bestehen, die im Interesse einer Verhinderung der Wasserabgabe nach außen eine unerläßliche Forderung ist.

Besprechungen.

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie.

Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure 1914/15. Herausgegeben von *Conrad Matschoß*, Berlin. 6. Bd. IV, 187 S., 183 Textfiguren und 6 Bildnisse. Berlin, Julius Springer, 1915. Preis geh. für Mitglieder M. 4,50, für Nichtmitglieder M. 6,—, geb. M. 6,— bzw. M. 8,—.

Wer die Größe der Technik, die unserer Zeit ihr Gepräge gegeben hat, anerkennt und sie ganz verstehen will, wird sich nicht damit begnügen, nur die jetzt vorliegenden Ergebnisse technischer Arbeit als Tatsachen hinzunehmen, er wird nach ihrem Werden und Entstehen fragen müssen, um auch als Fernestehender eine Vorstellung von der weltgeschichtlichen Bedeutung der Technik zu erhalten. Es ist in diesem Sinne ein besonderes Verdienst des Vereins deutscher Ingenieure, die technisch-geschichtliche Forschung in sein Arbeitsgebiet aufgenommen und deren Ergebnisse in einem Jahrbuch der Allgemeinheit zugänglich gemacht zu haben.

In einem ersten Aufsatz des vorliegenden Bandes behandelt Prof. Dr.-Ing. *H. Fischer* (Hannover) als Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen jene Art von Schmiedemaschinen, welche zur Formgebung der verschiedensten Maschinenteile dienen. — Als die Leistungsfähigkeit des von Menschenkraft geführten Hammers nicht mehr ausreichte, wurde etwa im 14. Jahrhundert das Wasser zur Betriebskraft herangezogen, indem der Hammer, um einen Zapfen im Stiel schwenkbar, durch ein mit Daumen versehenes Wasserrad gehoben wurde und dann durch sein Eigengewicht auf das Werkstück fiel. Solche Wipphämmer waren in ihrer Hubhöhe begrenzt, und die kreisförmige Hammerbahn nur beim Aufliegen des Hammers auf dem Amboß zur Amboßfläche senkrecht. Beiden Nachteilen half der Fall- oder Parallelhammer ab. Das in senkrechten Gleisen geführte Fallgewicht (Bär) wird durch ein über eine Rolle laufendes Seil von Hand oder maschinell emporgezogen, um dann auf das Werkstück zu fallen. — Für die Bearbeitung kleiner

Schmiedestücke ist hohe Schlagzahl und kleines Bärgewicht erwünscht. Man hing dieses an den Zapfen einer ständig umlaufenden Kurbel unter Zwischenschaltung eines Luftpuffers oder von Plattenfedern zum Ausgleich der Schlaghöhe für die verschiedenen Dicken der Werkstücke. Um 1800 finden wir die Anfänge des Dampfhammers, indem Wasserdampf zum Heben des Bärs benutzt wird. Der größte Hammer dieser Art besaß ein Fallgewicht von 114 000 kg bei 5 m Hub. Für leichtere Hämmer ließ man zur Erhöhung der Fallbeschleunigung und Schlagzahl den Dampf in der Höchstlage des Bärs auch auf der Oberseite wirken. — Für versetzbare Maschinen eignet sich am besten der Betrieb mit Druckluft, weil diese überall frei ausströmen darf. Solche Druckluft-hämmer fanden als Maschinen zum Nieten eine große Verbreitung. — Im Jahre 1861 setzte die Entwicklung der Schmiedepressen ein, das sind mit ruhendem Druck arbeitende Schmiedemaschinen im Gegensatz zu obigen Schlagwerken. Als Druckerzeuger dient dabei die Wasserdruckpresse, ausgeführt als einfache Handpumpe oder als umfangreiche Preßwasseranlage. Für schwere Arbeiten ist die Presse dem Hammer vollkommen ebenbürtig. — Mit kurzen Notizen über Niet- und Blechbiegemaschinen schließt der Verfasser seine in leicht faßlicher Form gebrachten Beschreibungen der erwähnten Schmiedemaschinen.

Im zweiten Aufsatz behandelt Dr. *Hennig* (Berlin) „die ältere Geschichte der Leuchttürme“. — Als erster geschichtlich nachweisbarer Leuchtturm gilt vielfach der berühmte Pharos von Alexandria, der im Jahre 280 v. Chr. errichtet wurde. Es ist das Verdienst des Verfassers, den Nachweis erbracht zu haben, daß dieser Turm nur ein *Tagzeichen* für die Schifffahrt gewesen war und erst 50 n. Chr. mit einem Leuchtfeuer versehen wurde. Schon vorher, im Jahre 42 n. Chr., hatte der Turm von Ostia, dem Hafen Roms, ein Leuchtfeuer erhalten. Es ergibt sich dadurch der historisch hochinteressante Schluß, daß bis ins erste nachchristliche Jahrhundert eine irgendwie regelmäßige nächtliche Schifffahrt wohl nicht bestanden hat. Etwa zu gleicher Zeit wie der Turm von Ostia wurde auch in Boulogne ein Leuchtturm errichtet. Diese beiden Türme sind demnach als die nachweislich ersten Leuchttürme anzusehen. In den verschiedensten Teilen des römischen Reiches wurden bald darauf weitere Seeleuchten gebaut. Mit dem Niedergang dieses gewaltigen Weltreiches verfiel auch das Leuchtfeuerwesen mehr und mehr. Nachweislich haben zwischen 500 und 1200 die Byzantiner als führendes Handelsvolk des östlichen Mittelmeers die Leuchtfeuer gepflegt. Die bisher vorgelegenen Untersuchungen haben dem Mittelalter die Kenntnis der Leuchtfeuer ganz abgesprochen. Diese Annahme bestand aber zu Unrecht. So hat Karl der Große, als er nach Boulogne kam, jenen Turm wieder herstellen und erneut befeuern lassen. Wenn in West- und Südeuropa keine Leuchtfeuer mehr brannten, so hat das wohl seinen Grund in dem Fehlen einer bedeutenderen Handelsschifffahrt. Es scheint jedoch, daß auch vor dem 12. Jahrhundert, seitdem wieder ein lebhafter Seeverkehr einsetzte, auch am Schwarzen Meer und an der Ostsee, wenigstens an den bedeutendsten Punkten, Seeleuchten gestanden haben.

Einen erwünschten Einblick in ein Gebiet der chemischen Industrie erhalten wir durch den Aufsatz von Prof. *H. Fischer* (Dresden) über „den Bickfordschen Sicherheitszünder und die Errichtung der ersten Sicherheitszünderfabrik in Deutschland“. — Im Jahre 1831

wurde in England *Bickford* das Patent auf seine Erfindung der Zündschnur erteilt, welche die Zündung von Sprengladungen möglichst gefahrlos gestalten sollte. Der leitende Gedanke beim technologischen Aufbau der Sicherheitszündschnur ist, einen stetig verlaufenden Pulverfaden mit einer schützenden Hülle zu umgeben, welche ihn vor äußeren Einwirkungen, insbesondere vor Feuchtigkeit, schützt. Die Fortpflanzung der Zündung erfolgt in dem Pulverfaden von Pulverkorn zu Pulverkorn und ist nur an dem mit weißgrauer Rauchentwicklung verbundenen Vergasen der Hülle zu erkennen. Die verschiedenen Herstellungsverfahren sind in anschaulicher Weise dargestellt. Die Einführung der Fabrikation in Deutschland erfolgte durch *Franz Ludwig Jakobi* und *Johann Ernst Jakobi* — die Söhne des Mitbegründers der Gute-Hoffnungshütte in Sterkrade — im Jahre 1844 durch Errichtung eines „kleinen Fabrikgeschäftes“ im Triebischtale bei Meißen unter der Firma *Bickford & Co.* Im Jahre 1842 waren bereits von den Freiburger Gruben Versuche mit aus England bezogenen Schnüren gemacht worden, welche die besondere Eignung der Zünder für wasserhaltige Gruben gezeigt haben. Die Entwicklung des Unternehmens war eine sehr günstige und hatte bald weitere Gründungen von solchen Sicherheitszünderfabriken zur Folge.

In einem weiteren Aufsatz bringt Prof. Dr. K. Keller (München) das Lebensbild von *James Bideno Francis* zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. — *J. B. Francis* war in England 1815 geboren, also zu einer Zeit, als *Stephensons* erste Lokomotiven den Aufschwung des Eisenbahnbetriebes brachten. Schon mit 14 Jahren als Gehilfe seines Vaters, des Direktors einer solchen Bahnanlage, war der junge *Francis* insbesondere mit der Errichtung mannigfacher Land- und Wasserbauwerke beschäftigt. Mit 18 Jahren siedelte er nach Amerika über, wo er bei einer Handelsgesellschaft, der Besitzerin der Kanal- und Schleusanlagen am Merrimackflusse, unter der Leitung eines der tüchtigsten Ingenieure, *Wisthler*, Beschäftigung fand. Sein sorgfältiges Arbeiten und sein Eifer bewirkten, daß er mit 22 Jahren seinem Lehrer *Wisthler* als Direktor der Gesellschaft folgte. Er blieb 55 Jahre der Gesellschaft treu. Bei der Erbauung der zur Ausnützung der Wasserkräfte der Stadt Lowell dienenden Schleusen- und Wehranlagen brachte er Dämme und Schleusen in einer Größe zur Ausführung, die alles Bisherige weit übertraf. Diesen gewaltigen Dimensionen war es zu danken, daß die Stadt Lowell samt Fabrikanlagen bei dem Hochwasser von 1892 vor Zerstörung bewahrt blieb. Zu jener überragenden Leistung kam aber noch eine andere, welche insbesondere die deutschen Fachkreise auf *Francis* aufmerksam machte. Durch Veröffentlichung von Versuchen an einer Fourneyronschen Wasserturbine und einer eigenen verbesserten Konstruktion mit 80 % Wirkungsgrad erfuhr das neue System von Wasserturbinen, welches heute noch den Namen *Francisturbine* führt, besonders in Deutschland eine weite Verbreitung, wo sie heute, um 1860 von Prof. *Fink* und Prof. *Kankelwitz* verbessert, in den größten Dimensionen von deutschen Turbinenbauanstalten in höchster Vollkommenheit hergestellt werden. — Mehrere wissenschaftliche Arbeiten von *Francis* geben Zeugnis von seinem umfassenden Können auf hydraulischem Gebiete. Im 74. Lebensjahre stehend, zog er sich von den Geschäften zurück. Er starb im Jahre 1892.

Im folgenden Aufsatz gibt Prof. Dr.-Ing. h. c. *J. Gängl v. Ehrenwerth* ein in begeisterten Worten ge-

schriebenes Lebensbild von „Peter Ritter von Tunner und seine Schule“, dem Altmeister des österreichischen Berg- und Hüttenwesens. — In der Erkenntnis der für den Wohlstand Kärntens und Steiermarks so wichtigen Eisenindustrie veranlaßte Erzherzog Johann die Errichtung einer montanistischen Lehranstalt. Zu deren ersten Lehrer der Eisenhüttenkunde wurde *Peter Tunner* ernannt. Geboren am 10. Mai 1809, betätigte er sich im Hüttenbetriebe seines Vaters, den er in noch jungen Jahren selbständig und mit größtem Erfolge verwaltete. 1836 zum Professor für Berg- und Hüttenwesen am Johanneum zu Graz ernannt, konnte er, ausgestattet mit einer großen Summe, eine zweijährige Studienreise durch Deutschland, Belgien, England und Frankreich und eine einjährige durch Italien antreten. 1840 übernahm er die Leitung der inzwischen errichteten „Steiermärkisch-Ständischen Montanlehranstalt“, der er acht Jahre als einziger Lehrer für Bergbaukunde, Hüttenkunde u. a. angehörte. 1848 wurde die Schule in den Staatsbetrieb übernommen, erhielt Hochschulcharakter und *Tunner* wurde zum Direktor bestellt. Als er 1874 seine Lehrtätigkeit aufgab, die er im ganzen 34 Jahre mit Liebe ausgeübt hatte, war eine stattliche Zahl seiner Schüler ins Leben hinausgetreten und zum großen Teil zu hervorragenden Stellungen gelangt. Bis 1880 blieb er noch Direktor der Anstalt, bis 1893 Vorsitzender des Kuratoriums. Er starb im Jahre 1897.

„Ein Beitrag zur Geschichte der Großgasmaschine“ stammt von Dr. W. v. *Oechelhäuser* (Dessau). — Die ersten Versuche zur Verbesserung der Gasmaschine machte *Oechelhäuser* in dem Vorhaben, die Leistung der Gasmaschine (bis dahin nur 60 PS) so zu steigern, daß sie für Großbetriebe den Dampfmaschinen ebenbürtig werden sollte. Ein besonders gebauter Versuchsapparat sollte über die Größe der Explosionsdrücke für verschiedene Gas-Luftgemische Auskunft geben. Erstmals sollte auch die Zündung elektrisch erfolgen. Die wichtigen Ergebnisse der erfolgreichen Untersuchung fanden in einer neu erbauten Maschine ihre Verwirklichung, nachdem *Oechelhäuser*, da er selbst als Direktor einer Gasgesellschaft nicht über allzu reichlich freie Zeit verfügte, in *Junkers*, *Wagener* und *Lynen*, sämtlich später Professoren in Aachen, Danzig und München, tüchtige Gehilfen und Mitarbeiter fand. Im Jahre 1892 kam die erste Doppelkolbenmaschine mit 100 PS zur Ausführung. Diese Bauart, bei welcher die Explosion in einem Zylinder stattfindet, der von zwei sich gegenüber liegenden Kolben begrenzt ist, brachte so bedeutende Vorteile, daß der Gasverbrauch nahezu auf die Hälfte desjenigen herabging, welchen der bis dahin bekannte Motor von *Otto* benötigte. Es wurde zunächst eine neue 200-PS-Maschine gebaut. — In dieser Zeit erfand *Auer von Welsbach* das Glühlicht, wodurch das Steinkohlengas eine so begehrte Beleuchtungsquelle wurde, daß ein Herabgehen des Gaspreises nicht zu erwarten war. Eine rationelle Steinkohlengasverwertung in der Großgasmaschine hatte aber einen Gaspreis von höchstens 5 Pf./m³ zur Voraussetzung. Man ging daher für Kraftzwecke an den Ersatz des Steinkohlengases durch die Abgase der Hochöfen, die in Kessel- und anderen Heizungen nur teilweise ausgenutzt werden konnten. Es war daher ein reiner Gewinn, wenn der noch unverwertete Teil dieses Gases zur Krafterzeugung nutzbar gemacht wurde. Ein Anfang war bereits vom Hörder Bergwerks- und Hüttenverein durch den Betrieb eines 12 PS Ottoschen Leuchtgasmotors mit Hochofengas gemacht worden. Die *Oechelhäusersche*

Doppelkolbenmaschine wurde nach gut gelungenen Versuchen sofort diesem neuen Zwecke dienstbar gemacht, worauf die erste Zentrale mit 4 Maschinen von je 600 PS erbaut wurde, welche zu einem vollen Erfolge führte. Die größte bis heute gebaute Großgasmaschine leistet in einem Zylinder 1800 PS. — In einem Anhang sind an Hand von Diagrammen die Arbeitsweisen des Verbrennungsvorganges in der Großgasmaschine beschrieben.

In einem letzten Aufsatz berichtet W. Nolte (Hannover) über „Die Lokomotiven der vormaligen Braunschweigischen Eisenbahn, unter Mitberücksichtigung gleichartiger Lokomotiven bei anderen Bahnverwaltungen“. — Die Lokomotiven der Braunschweigischen Eisenbahn, der um 1838 erstandenen ersten deutschen Staatsbahn, wurden zuerst aus England eingeführt, später in Zarge am Harz und seit 1848 sämtlich in der Fabrik von Eggestorff in Hannover-Linden hergestellt. Die beiden ersten Lokomotiven waren 1—A—1⁴)-Maschinen ohne schützendes Dach für den Führer mit innerhalb des Rahmens liegenden Rädern. Es folgte eine 2—A-Maschine aus Amerika mit hinten überhängender Feuerbüchse, welche mit einigen Verbesserungen nachgebaut wurde. Die Schienenreibungskraft, welche das auf die Triebachse entfallende Lokomotivgewicht erzeugt, reichte damals jedoch noch nicht aus, größere Steigungen zu überwinden. Es war daher noch für eine solche Teilstrecke Pferdebetrieb eingeführt, bis eine Lokomotive mit 3 gekuppelten Räderpaaren (C-Maschine) erbaut war. Dieser folgten bald andere Lokomotiven ähnlicher Art, besonders für Güterzugverkehr. Die durch erhöhte Leistung bedingte große Baulänge der Lokomotiven brachte die Stütztenderlokomotiven, bei welchen die überhängende Feuerbüchse auf dem Tender drehbar abgestützt wurde, so daß das Durchfahren von Gleiskrümmungen möglich war, was die Unterbringung einer vierten Achse verhindert hätte. Erst nach Erfindung der seitlich zum Lokomotivrahmen verschiebbaren Laufachsen und der Drehgestelle konnten die leistungsfähigen 4—6-achsigen Lokomotiven der Neuzeit entstehen.

K. Hencky, München.

Wiedemann, E. (unter Mitwirkung von F. Hauser), **Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur.** Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher; Band C, Nr. 5. In Kommission bei W. Engelmann, Leipzig, 1915. 272 S. und 136 Fig. Preis M. 24,—.

Das vorliegende Werk ist die reife Frucht langjähriger Beschäftigung mit der islamischen Geisteskultur. E. Wiedemanns hochgelehrte Bildung vereinigt in glücklichster Weise die beiden Hauptvoraussetzungen zu einer Bearbeitung der arabischen Uhrentechnik: eine mit philologischer Gründlichkeit erworbene Kenntnis der arabischen Dialekte und den für technische Dinge empfänglichen Blick des Physikers. Daß dem Verfasser zur Durchführung der Veröffentlichung in der Person des Herrn F. Hauser noch eine besonders technisch gebildete Kraft zur Verfügung gestanden hat, ist dankbar zu begrüßen.

Der 1. Abschnitt des Buches gibt zunächst einen ganz kurzen geschichtlichen Überblick über die arabi-

schen Uhren und die für ihre Richtigstellung maßgebenden Zeitbestimmungen. Es folgen Mitteilungen über die verschiedenen Bezeichnungen für Uhren, ihre Definitionen und Literatur in der islamischen Wissenschaft. Die gekürzte Einleitung zu einem Werk über Räderuhren von *Taqî al Dîn* zeigt dem Leser die Gründlichkeit, mit der dieses Gebiet bearbeitet worden ist. Von den hochstehenden naturwissenschaftlichen Anschauungen jener Kulturperiode geben folgende Sätze Zeugnis (S. 13):

„Die Lehre von den Uhren ist eine Wissenschaft, durch die man erfährt, wie man die Instrumente konstruiert, mit denen man die Zeit mißt. Sie beruht auf besonderen Bewegungen in besonderen Körpern, die dazu bestimmter Strecken bedürfen, denn ewige Bewegungen, die von selbst erfolgen, sind in dieser Welt unmöglich.“

In einem zweiten Abschnitt wird auf die Einrichtung der arabischen Sand-, Kerzen-, Quecksilber- und Wasseruhren näher eingegangen, während der Hauptraum des Buches (Abschn. III bis VI) den Uhren zweier Künstler, *Gazari* und *Ridwan*, gewidmet ist, von denen uns ausführliche handschriftliche Aufzeichnungen überkommen sind. *Gazari* verfaßte 1206 sein großes Werk über Uhren, nachdem er 25 Jahre in höfischen Diensten der Urtuquiden (am Tigris) gestanden hatte. *Ridwan*, von Haus aus Arzt, lebte ungefähr gleichzeitig.

Die Übersetzungen aus dem Werke *Gazaris* geben uns einen Begriff von dem Gedankenreichtum dieses Uhrenkünstlers. Nicht weniger als 11 verschiedene Uhren, deren Grundeinrichtung entweder auf die Wasseruhr oder auf die Kerzenuhr zurückgeht, lernen wir kennen. Wesentlich an allen Uhren ist, daß die mannigfaltigsten menschlichen und tierischen Gestalten durch Bewegungen und Tonäußerungen die Zeitangaben vermitteln. Die mechanische Anordnung der Uhren sowie ihre technischen Einzelheiten sind von hohem Interesse.

Das Studium des Buches ist auch für Liebhaber der mechanischen Künste genußreich und lohnend. Beim Lesen der Übersetzungen stört stellenweise reichlicher Gebrauch entbehrlicher Fremdwörter den Eindruck des ursprünglichen. Der Name des Stifters der Ktesibios-Uhr im Deutschen Museum, *Arthur Junghans*, ist durch einen Druckfehler entstellt.

Das Wiedemannsche Buch wird seine Leser unwillkürlich zu allgemeineren Betrachtungen über die Entwicklung unserer eigenen Zeitmesser anregen. Auch die frühen Uhren des Abendlandes sind mit allem möglichen phantasievollen Beiwerk ausgestattet. Hier wie dort wurde der Abschluß der Zeitabschnitte durch Bewegung von Figuren und Abgabe von Tonzeichen verschiedenster Art sinnfällig bezeichnet. Je nach dem Künstler und seinem Auftraggeber wählte man profane oder religionsgeschichtliche Vorbilder. Die jetzt noch häufig gekauften Kuckucks-, Wachtel- und Trompeteruhren des Schwarzwaldes sind schematisierte Überreste dieses alten Geschmacks. Wie im Morgenlande war die Reichhaltigkeit des beweglichen Beiwerks eine Geldfrage. Für die Kunstkammern reicher Familien oder die Kapitel von Kirchengemeinden konnte man die Ausstattung der Figuren Uhren den Verhältnissen entsprechend üppig gestalten. Später ließen sich Liebhaber sogar ihre Taschenuhren mit beweglichen Bildern ausstatten, oft nach ultraprofanen Vorwürfen.

Für die kulturgeschichtliche Forschung ist die Frage des Zusammenhanges zwischen den Uhren des

¹⁴) Die jetzt übliche Bezeichnung nach den Lokomotivachsen in der Reihenfolge von vorn nach hinten. Zahlen bezeichnen die Zahl der Laufachsen, Buchstaben diejenige der Triebachsen, also eine 1—A—1-Maschine hat vorn eine Laufachse, dann eine Triebachse und hinten wieder eine Laufachse; eine 1—B-Maschine eine Laufachse und zwei Triebachsen.

Morgen- und Abendlandes von größtem Interesse. Wenn auch die Popularisierung der Zeitmesser durch Beigabe beweglicher Figuren durchaus naheliegend ist, so daß der Gedanke hierzu unabhängig in getrennten Kulturkreisen auftreten kann, so ist doch die Beeinflussung unserer mechanischen Künstler durch die Uhren des Islam kaum zu bezweifeln, wenn man bedenkt, daß in der frühesten Entwicklung weitgereiste gelehrte Mönche, denen zudem Bibliotheksschätze ausschließlich zugänglich waren, sich in allen Künsten und so auch im Bau von Uhren versuchten. Frühe Spuren unserer Uhrmacherkunst führen ja in der Tat nach Osten und dem maurischen Abendland.

F. Göpel, Berlin-Charlottenburg.

Kleine Mitteilungen.

Untersuchungen über Nährhefe. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. *Max Schottelius* (Deutsche Medizinische Wochenschrift, 41. Jahrg., Nr. 28). Prof. *Schottelius* hat Nährhefe auf ihre Brauchbarkeit als Nahrungsmittel untersucht. Er beschreibt die Nährhefe als ein hellbraunes, grießmehlartiges Pulver von indifferentem Geschmack und kaum wahrnehmbarem, an Karamel erinnerndem Geruch. Bei mikroskopischer Untersuchung besteht sie aus eiförmigen Hefezellen, welche durch gleichmäßige Schrumpfung etwas kleiner erscheinen als frische Hefezellen. Eine Anzahl von Gerichten wurden mit Nährhefe in der Familie des Prof. *Schottelius* und bei seinen Bekannten hergestellt und konstatiert, daß weder der Geschmack noch die Bekömmlichkeit der Speisen durch die Nährhefe irgendwie ungünstig beeinflußt worden war. Mit gleichem Erfolge wurde Nährhefe in der Volksküche und in anderen Anstalten in Freiburg i. B. als Zusatz zu Suppen und Speisen verwendet. Auf Ansuchen von Prof. *Schottelius* erteilte das Großherzogliche Ministerium der Justiz am 15. April v. J. die Erlaubnis, daß 10 Gefangenen der dortigen Strafanstalt durch 4 Wochen Nährhefe mit der Morgen-, Mittag- und Abendkost verabreicht werde, vorausgesetzt, daß dieselben nach erfolgter Belehrung sich damit einverstanden erklären. Diese Versuche waren von besonderem Interesse, da zu dieser Zeit die Brotationen der Gefangenen der Strafanstalten von 750 g auf 250 g pro Kopf herabgesetzt werden mußten. Es sollte nun festgestellt werden, ob durch Verabreichung von Nährhefe ein teilweiser Ersatz für die ausfallenden Brotmengen geschaffen und die Verpflegung verbessert werden könnte. Als Zugabe zur regulären Gefangenenkost erhielten 10 Gefangene täglich 30 g Nährhefe, in drei Portionen zu je 10 g morgens, mittags und abends. Nach einer Woche wurde die Tagesration der Nährhefe auf 50 g erhöht. Sämtliche Teilnehmer fühlten sich wohl und nahmen dieselbe gern. Die Nährhefe wurde stets vom Wärter in die leere Speiseschüssel vor Ausgabe der Mahlzeit eingefüllt, von den Gefangenen in der Schüssel mit Wasser verrieben und hierauf mit der heißen, darüber gegossenen Suppe verrührt. Nach drei Tagen wurde die Tagesdosis auf 75 g und nach darauf folgenden vier Tagen auf 100 g erhöht. Durch 14 Tage wurde der Versuch mit diesem Quantum fortgeführt und dann abgeschlossen; es waren vier Wochen seit Beginn der Nährhefekur verstrichen. Sämtliche Teilnehmer — einer war ausgeschieden — bekundeten, daß sie mit dem Nährpulver sehr zufrieden waren, daß sie es gerne nehmen und keinerlei Beschwerden davon empfunden hätten. Einer sagte, daß er trotz

gleicher Arbeit weniger Hunger habe als sonst nach der Einschränkung der Brotation, und daß er sich durch die Hefekur besonders wohl und kräftig fühle. Bei allen erschien das Gefühl des Wohlbefindens gehoben. Niemand hatte über Verdauungsstörungen irgendwelcher Art zu klagen, alle erfreuten sich guten Schlafes. Ein aus dem gebildeten Stande stammender, psychisch deprimierter Mann erklärte, daß er sich durch die Verabreichung der Nährhefe gekräftigt fühle, besser schlafe und weniger mutlos sei. Alle Beteiligten hätten die weitere Verabreichung der Nährhefe gern gesehen. Durch fortlaufende Wägungen war das Gewicht der Versuchspersonen festgestellt worden, desgleichen von neun anderen Gefangenen, welche ohne Nährhefe, nur mit der gewöhnlichen Gefangenenkost ernährt, im annähernd gleichen Lebensalter mit den ersteren waren, etwa gleiches Gewicht und gleiche Beschäftigung wie jene hatten.

Das Resultat des Ernährungsversuches war: *Von 9 mit Nährhefe ernährten Personen haben 5 an Gewicht zugenommen*, 2 haben weder zu- noch abgenommen und 2 haben abgenommen. Dagegen hatten von den *ohne Nährhefe* ernährten Kontrollpersonen 2 an Gewicht zugenommen, 1 hat weder zu- noch abgenommen und 6 haben abgenommen. Bei den mit Nährhefe ernährten Personen betrug der gesamte Reingewinn an Gewicht nach Abzug des Verlustes 4 kg, während bei den Kontrollpersonen ein Gewichtsverlust von 9 kg zu verzeichnen war. Die Differenz zwischen beiden Gruppen beträgt also 13 kg.

Schottelius meint, daß, wenn auch der Gewinn an Körpergewicht durch die Nährhefe nicht gerade groß ist, so liege der Wert derselben mehr darin, daß sie den Verfall bzw. den Verbrauch des eigenen Körperweißes hindere, als unmittelbar eine Gewichtszunahme bewirke. Nach den im Freiburger Landesgefängnis gemachten Erfahrungen bewährte sich also die Nährhefe zur Hebung des körperlichen und seelischen Wohlbefindens sowie des allgemeinen Kräftezustandes. *Schottelius* hält es nicht für ausgeschlossen, daß derselbe gute Erfolg, welchen 100 g Nährhefe auf das Allgemeinbefinden gehabt haben, auch mit der Hälfte erreicht werden könnte.

Über ähnliche günstige Erfahrungen berichtet auch Sanitätsrat Dr. *Lampé*, welcher Nährhefe in seiner und Prof. v. *Noordens* Klinik in Frankfurt a. M. bei Stoffwechselkrankheiten angewandt hat. W.

Der Schlaf der Tiere. Hätte *Alexander von Humboldt* über das breite Wissen aus dem Gebiet der Biologie der Tiere verfügt, das heute dem Baseler Zoologen *Zschokke* zur Verfügung steht, er hätte gewiß seine berühmten „Ansichten der Natur“ um eine weitere „vom Schlaf der Tiere“ bereichert. Unwiderstehlich hat sich dem Referenten das Gefühl aufgedrängt, daß *Zschokkes* Darstellung (Der Schlaf der Tiere. Basel, Benno Schwabe & Co., 1916, 64 S.) sich würdig jenen vortrefflichen Bildern anreihet, die noch heute jeder Naturforscher mit Genuß liest. Leicht fließt die Darstellung dahin, durchwärmt von der Begeisterung des Verfassers für seinen Gegenstand. Unter einheitlichen biologischen Gesichtspunkten gruppiert sich die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die an dem Leser vorbeigleiten. „Schlaf“ ist hier als Sammelname aller der äußerst verschiedenen Zustände der Ruhe und Starre gewählt, deren gemeinsame Zweckmäßigkeit der Verfasser darin sieht, daß sie die Tiere vor Erschöpfung oder Hunger, vor Vertrocknung, Erfrieren oder Versengung bewahren.

Vom Standpunkte der vergleichenden Physiologie ließe sich wohl einwenden, daß es nicht berechtigt sei, Erscheinungen wie die Trockenstarre der Bären-tierchen, die Kältestarre der wechselwarmen Tiere, den sog. „Winterschlaf“ der Säugetiere und den „Schlaf im engeren Sinne“, d. h. die zeitweise Herabsetzung der Erregbarkeit bestimmter Teile des animalen Zentralnervensystems, deren erfrischende Wirkung wir aus eigener Erfahrung kennen, mit demselben Namen zu belegen. So weit gefaßt wird der Begriff physiologisch sehr inhaltsarm, aber *Zschokke* wird als Biologe mit Recht entgegenen, daß dieser an physiologischem Inhalt so arme Begriff gerade *biologisch* betrachtet einen wichtigen Inhalt besitzt; daß es sich für den Biologen darum handelt, die Zustände zusammenzufassen, deren gemeinsame Bedeutung ein Schutz gegen Unbilden der äußeren Einwirkungen ist, ohne Rücksicht auf den *physiologischen Mechanismus*, durch den dieser Zweck erreicht wird.

Die grundsätzlichen Verschiedenheiten z. B. zwischen dem „Schlaf“ des Frosches oder der Weinbergschnecke im Winter oder Sommer und dem „Winterschlaf“ der Säugetiere, der ja unter Umständen auch ein Sommerschlaf sein kann, kennt *Zschokke* sehr wohl und betont ihn einerseits, während er andererseits auch die Punkte aufzeigt, durch die so Verschiedenartiges doch wieder verbunden erscheint.

An die Grenzen der biologischen Betrachtungsweise gelangt die Darstellung in solchen Fällen, wie sie die Kopulation der Nattern und Fledermäuse im Spätsommer und Herbst darstellt, an die sich erst im folgenden Frühjahr die Entwicklung der Frucht anschließt, oder in den Fällen, in denen schon im August die Winterruhe beginnt, wie bei einigen Insekten, oder im Sommer und im Winter Perioden des wachen Lebens und des Dauerschlafes abwechseln, wie beim Siebenschläfer. Hier ist mit der „Erklärung“, daß die späte Kopulation eine „Erinnerung“ an die warme Tertiärzeit, das frühe Beziehen des Winterquartiers eine „Erinnerung“ an Zeiten diluvialer Vergletscherung sei, nichts gewonnen. Biologisch handelt es sich um Dinge, bei denen man keine Bedeutung im Leben der Art oder des Einzelwesens, keinen Zweck herausdeuten kann. Physiologisch ist mit dem Hinweis auf Reminiszenzen aus früheren Erdperioden nichts erklärt, wohl aber wäre der Mechanismus dieser Vorgänge grundsätzlich einer Analyse durch Versuche zugänglich.

Erfreulich ist die Schrift *Zschokkes* auch als Symptom dafür, daß biologische Interessen und physiologische Kenntnisse unter den Zoologen im Zunehmen begriffen sind.

A. P.

Amerikanische Kalifunde. Über die Auffindung von Kali in Nordamerika und die übertriebenen Hoffnungen, die man sofort in echt amerikanischer Weise daran knüpfte, daß man gegen uns ohne weiteres sogar zu Drohungen in handelspolitischer Beziehung schritt,

hat uns ein angesehener landwirtschaftlicher Schriftsteller, *F. Matenaers* in Chicago, eine kurze Zuschrift in den Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (s. Stück 4, 1916) übermittelt. Er schreibt darin von den „famosen“ amerikanischen Erfindern, die nur eines Anstoßes bedürften, „um aus Schwarz Weiß zu machen und die Menschheit mit den schönsten und edelsten Segnungen zu beglücken“ und die sich z. Zt. mit allerhöchster Genehmigung und Unterstützung u. a. vor allem auf die Erfindung und Entdeckung von Kali geworfen haben. Zum *Seetang* (Kelp), mit dem vor wenigen Jahren im sogenannten Kalistreit den Deutschen schon gedroht wurde, und zum amerikanischen Feldspat, der gleichfalls als Mittel zur Befreiung vom deutschen Weltmonopol für Kalisalze angedroht wurde, kommt jetzt in allerneuester Zeit ein drittes Mineral: das Alunit. Dieses amerikanische Alunit wird als Sulfat von Alaunerde und Kali beschrieben, das vor allem in einer 10 Fuß mächtigen und 3500 Fuß langen Ader im Staate Utah entdeckt worden sein soll. Weiterhin sollen sich mächtige Ablagerungen in den Staaten Colorado, Nevada, Californien und Arizona vorfinden. Stolz und überaus vielversprechend hat es schon der Wilsonsche Staatssekretär des Innern, der Engländer (geborene Kanadier) *Lane* verkündet, daß die kaufmännische Gewinnung und Herstellung von *Alunitkali* eine der wichtigsten Entdeckungen dieses Jahres sei. Das stimmt nach *Matenaers* auch vollauf mit der Einschränkung, daß eben seine Gewinnung und Herstellung ganz außerordentlich teuer ist. Betrieblich erscheint nach ihm das Alunitkali jedenfalls ebenso aussichtslos und geradezu unmöglich, wie die s. Zt. so marktschreierische, von amtlicher Seite in Washington erlassene Ankündigung vom amerikanischen Seetangkali und vom amerikanischen Feldspatkali. Man hat nämlich aus der „berühmten“ Alunitader in Utah zunächst etwa 200 Tonnen herausgebrochen und durch eine Mühle laufen lassen. Dabei gewann man noch nicht ganz 2 Tonnen zu 99 % reinen Kalis. Wie hoch sich schon nach diesen Angaben die Herstellungskosten und die Preise für den landwirtschaftlichen Betrieb stellen, kann man sich leicht vorstellen. Man muß dabei mit *Matenaers* jedenfalls zu der Überzeugung kommen, daß die Kosten dieses Kalis so überaus hohe sind, daß eine kaufmännische Ausnützung und allgemeine Anwendung dieses Kalis als vollständig ausgeschlossen erscheint. Der Kalimangel hat die amerikanischen landwirtschaftlichen Behörden und auch die bürgerlichen Geldleute zweifellos besonders dazu angespornt, nach brauchbaren amerikanischen Kaliquellen zu suchen. Bisher aber hat man keine einzige Quelle entdecken können, die reichlich fließt und vor allem genügend billig ist, um unser deutsches Kali bald einmal zu verdrängen. Der amerikanische Landwirt, vor allem die Obst- und Gemüsezüchter, die Kali zur Düngung sehr notwendig brauchen, werden später von neuem auf die Einfuhr unserer billigen deutschen Kalisalze angewiesen sein.

B. H.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

18. Mai. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Diels*.

Herr *Penck* sprach über *Horizontalverschiebungen bei Verwerfungen*. (Ersch. später.) Bei allen

Verwerfungen, die nicht senkrecht stehen, gibt es Verschiebungen in der Horizontalen, senkrecht zur Streichrichtung der Verwerfung. Außerdem gibt es aber bei sehr vielen Verwerfungen Verschiebungen in der Richtung ihres Streichens. Ihr Vorhandensein hat sich an den Verwerfungsspalten der großen Erdbeben in den letzten 25 Jahren offenbart. Es wird auf deutschem Boden durch das Vorhandensein zahlreicher horizontal

verlaufender Rutschstreifen angezeigt. Gewisse Störungszonen, wie die von *Bücking* im Südwesten des Thüringer Waldes beschriebene, sowie die Boskowitz Furche mahnen an die Längsstörungen am Boden des großen Verwerfungstales von Kalifornien. Auf Grund der Untersuchungen von *Franz Eduard Sueß* kann man auf eine horizontale Verschiebung im Ausmaße von 70 km beiderseits der Boskowitz Furche schließen. Man darf die Verwerfungen nicht mehr so allgemein, wie es geschieht und manche Theorien verlangen, als Beweise für radiale Bewegungen der Erdkruste auffassen; in vielen Fällen, und zwar nicht bloß in den Blättern, hängen sie mit tangentialen Bewegungen zusammen.

Das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Herr *Karl Schwarzschild* ist am 11. Mai verstorben, desgleichen vor kurzem das korrespondierende Mitglied derselben Klasse Sir *William Turner* in Edinburg.

25. Mai.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Waldeyer*.

1. Herr *Hertwig* las über eine neue graphische Darstellungsmethode für genealogische Forschungen. Bisher hat man sich in der Wissenschaft der Genealogie zur Veranschaulichung verwandtschaftlicher Zusammenhänge entweder des Stammbaums oder der Ahnentafel bedient. Jede von diesen Methoden gestattet nur in einen Teil der Verwandtschaftsverhältnisse einen Einblick, der Stammbaum gibt ein Bild von den Deszendenten, die von einem gewissen Vorfahren im Laufe einiger Generationen abstammen, die Ahnentafel dagegen eine Zusammenstellung der Ahnen, die sich in der Genealogie eines bestimmten Individuums, des sogenannten Probandus, nachweisen lassen. Erst eine Vereinigung beider Methoden führt zu einer erschöpfenden Kenntnis von Deszendenz und Aszendenz einer in verwandtschaftlichen Beziehungen stehenden Gruppe von Individuen und zu einer Form der graphischen Darstellung, welche der Vortragende als das genealogische Netzwerk bezeichnet und durch Projektion von Diapositiven erläutert. Auf der Grundlage des genealogischen Netzwerks wird zum Schluß eine Entscheidung in der Streitfrage der monophyletischen oder der polyphyletischen Abstammungshypothese der Organismen herbeizuführen versucht.

2. Herr *Planck* legte vor eine Mitteilung von Herrn Prof. Dr. *M. Born* in Berlin: Über anisotrope Flüssigkeiten. Man pflegt die an flüssigen Kristallen beobachteten Erscheinungen durch die Annahme zu erklären, daß die Moleküle der Substanz eine stäbchenartige Form haben und sich parallel zu stellen suchen. Die starke Temperaturabhängigkeit vieler physikalischer Parameter, z. B. der Brechungsindizes, weist darauf hin, daß die Parallelstellung der Moleküle nicht vollständig ist, sondern daß ihre Achsen einem von der Temperatur abhängigen, statistischen Verteilungsgesetze gehorchen. In der vorliegenden Mitteilung wird dieses Verteilungsgesetz aufgestellt unter der Annahme, daß die Moleküle elektrische Dipole sind und die Richtkräfte rein elektrischen Ursprungs. Der flüssige Kristall wird also als ein elektrisches Analogon eines „Magneten“ nach der bekannten Theorie von *Langevin* und *Weiß* aufgefaßt. Dem „Curieschen Punkte“ des Magneten entspricht dabei ungefähr die Übergangstemperatur aus dem isotropen in den anisotropen Zustand; aus den beobachteten Temperaturen berechnet sich umgekehrt das elektrische Moment des Moleküls, für das man zulässige Werte erhält. Dann werden die optischen Eigenschaften der Substanz abgeleitet, die qualitativ mit den Beobachtungen übereinstimmen (eine quantitative Prüfung, die später veröffentlicht wird, liefert ebenfalls gute Übereinstimmung). Zuletzt wird gezeigt, daß eine aus Dipolen bestehende Flüssigkeit bei hohen Temperaturen Doppel-

brechung im elektrischen Felde (elektrischen *Kerr*-Effekt) zeigen muß; für die Kerrsche Konstante ergibt sich ein ähnlicher Ausdruck, wie ihn *Langevin* aus etwas anderen Annahmen abgeleitet hat.

Gesamtsitzung vom 8. Juni.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Diels*.

1. Herr *Planck* machte eine Mitteilung: Über die absolute Entropie einatomiger Körper. Aus der physikalischen Struktur des Phasenraumes werden die Ausdrücke der charakteristischen thermodynamischen Funktionen abgeleitet, zuerst für ein in einer Hohlkugel oder in einem rechtwinkligen Parallelepipet frei herumfliegendes Atom, sodann für ein aus gleichartigen Atomen bestehendes Gas, wobei sich zeigt, daß die den einzelnen Atomen entsprechenden Freiheitsgrade als inkohärent angenommen werden müssen.

2. Herr *F. E. Schulze* berichtete über die Ergebnisse seiner Untersuchungen an den Lippen- und Wangenschleimhaut-Erhebungen der hasenartigen Nagetiere (*der Duplicidentata*). (Ersch. später.) Es wird eine bisher nicht beachtete hügelartige Erhebung der Schleimhaut beschrieben und als *Colliculus admandibularis* benannt, welche am Boden der Mundhöhle über dem vorderen Ende der Mandibula liegt und vorn in einen dicht neben dem Schneidezahn befindlichen kolbenförmigen Zapfen, *Capitulum*, ausläuft. An der freien Oberfläche des *Colliculus* sieht man bei den Leporiden ein System paralleler Spalten, aus welchen das Sekret darunterliegender Speicheldrüsen austritt. Diese Spalten fehlen bei den Ochotoniden. Bei beiden Familien findet sich aber am Lateralrande des *Colliculus* eine frei emporragende Falte, *Limbus*, durch welche das Drüsensekret bis zu den Mahlzähnen geleitet wird.

3. Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Herr *Karl Neumann* in Leipzig hat am 29. Mai das sechzigjährige Doktorjubiläum gefeiert; aus diesem Anlaß hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet.

4. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen haben bewilligt: die Gesamtakademie Herrn Dr. *Paul Viktor Neubauer* in Berlin zur Erweiterung des 1. Heftes seiner Tafeln zur astronomischen Chronologie als zweite Rate 450 Mark; die physikalisch-mathematische Klasse Herrn *F. E. Schulze* zur Fortführung des Unternehmens „Das Tierreich“ 4000 Mark und zur Fortführung der Arbeiten für den *Nomenclator animalium generum* et subgenerum 3000 Mark; Herrn Prof. Dr. *August Thienemann* in Münster i. W. zu Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen 2000 Mark.

22. Juni.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr *Waldeyer*.

1. Herr *Haberlandt* sprach über *Blattepidermis und Lichtperzeption*. Es werden verschiedene Einwände besprochen und widerlegt, die gegen die Auffassung des Vortragenden über die Bedeutung der oberseitigen Laubblattepidermis für die Perzeption der Lichtstrahlung seitens des Laubblattes geäußert worden sind. Unter anderem wird über Versuche Herrn *Werdermanns* berichtet, die zeigen, daß Blätter von *Begonia semperflorens* nicht imstande sind, in die günstige Lichtlage mittels heliotropischer Bewegungen einzurücken, wenn die oberseitige Epidermis durch Abreiben mit feinem Bimssteinpulver getötet wurde.

2. Herr *Einstein* überreichte eine Mitteilung: Nährungsweise Integration der Feldgleichungen der Gravitation. Die Feldgleichungen der Gravitation werden in erster Näherung durch retardierte Potentiale integriert und die Ausbreitung und Erzeugung von Gravitationswellen untersucht.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

19. Juni.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Herr *Wiener* legte eine Arbeit vom Taubstummenlehrer *Rudolf Lindner* vor. Der Verfasser berichtet, wie das von ihm im 65. Bd. der Berichte der math.-phys. Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig 1913 beschriebene einkontaktige Mikrophon mit großer Membran zur graphischen Fixierung der Stimmtdauer und Stimmstärke verwendet werden kann, eine Arbeit, die in erster Linie pädagogischen Zwecken dienen will. Membranen in verschiedener Größe sprechen auf verschiedene Vokale verschieden an, können demnach dazu dienen, den Unterschied der Hauptvokale sichtbar zu machen. Um den Gehörlosen die Klangfarbe der Sprachlaute sichtbar zu machen, gibt der Verfasser ein Verfahren an, wobei ein auf eine Membran aufgesetzter Stachel eine einseitig festgehaltene Lamelle, die oben breiter ist als unten, beim Ansprechen so trifft, daß sie den Grundton in ihren Längs- und den Hauptoberton in ihren Querschwingungen erkennen läßt. Den verschiedenen Vokalen entsprechend ergeben sich verschiedene Vokalbilder. Es wurden dabei für A und O festliegende Teiltöne von bestimmter Schwingungszahl, die gut mit den Ergebnissen der neueren Forschung übereinstimmen, nachgewiesen.

Vom Sekretär wird eine Arbeit von *Johann Radon* in Wien „über eine besondere Art ebener konvexer Kurven“ vorgelegt.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

3. Juni.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr *v. Seeliger* legt eine für die Sitzungsberichte der Akademie bestimmte Abhandlung des Konservators Professor *Großmann* vor über: *Die Bestimmung von Fixsternparallaxen*. An dem Meridiankreise der Münchener Sternwarte hat der Verfasser in den Jahren 1908–14 die Entfernungen (Parallaxen) von 765 Sternen bestimmt. Gemessen wird der Winkel, unter welchem der Erdbahnhalmesser von dem Sterne aus erscheint. Da dieser für alle Sterne sehr klein ist, so können nur außerordentlich scharfe Beobachtungen zum Ziele führen; vor allem muß auf Elimination der zahlreichen persönlichen und instrumentellen Fehler die größte Sorgfalt verwendet werden. Etwa 40 000 Beobachtungen abwechselnd in den Abend- und Morgenstunden waren nötig. Die geringste Entfernung ergab sich für den hellen Stern Arcturus, nämlich 16 Lichtjahre. Allgemein ist jedoch die Helligkeit kein Maßstab für die Entfernung, zuverlässiger hierfür ist die scheinbare Bewegung eines Sterns und sein Spektraltypus. Es bestätigt sich hier das Resultat, welches Herr Geheimrat *v. Seeliger* aus der Untersuchung der Verteilung der Sterne abgeleitet hat, nämlich, daß unser Stellarsystem ellipsoidische Gestalt hat, derart, daß die Ausdehnung in der Richtung der Milchstraße bedeutend größer ist wie an ihren Polen.

2. Herr *S. Günther* legte eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung vor: *Die antike Apokatastasis, auf ihre astronomischen und geophysischen Grundlagen geprüft*. Das schon auf die ionischen Naturphilosophen zurückgehende Wort bedeutet, daß nach Ablauf eines bestimmten Zeitraumes alle Vorgänge am Himmel und auf der Erde sich völlig in gleicher Weise wiederholen sollen. Als astronomisches Maß diente die Präzession der Fixsterne, die jedoch nicht einfach als solche hingenommen, an der vielmehr nach verschiedenen Regeln herumgekünstelt wurde. Die irdischen Phänomene betrachtete man teils plutonistisch, teils neptunistisch, und so entwickelte sich aus der aprioristischen Grundvorstellung eine selbständige Morpho-

logie der Erdoberfläche. Bis tief ins 16. Jahrhundert herein haben diese Gedankengänge nachgewirkt.

3. Herr *S. Finsterwalder* legt vor eine Arbeit von Professor *R. Emden*: *Über abnorme Hörbarkeit*. Die „Zone des Schweigens“ und die jenseits derselben wieder auftretenden Schallerscheinungen lassen sich, wie in der kurzen Note gezeigt wird, durch die Veränderung der Schallausbreitung einestheils durch die nach oben abnehmende Lufttemperatur, andernteils durch die dort zunehmende Windgeschwindigkeit der Art und Größe nach vollständig erklären.

(Erscheint in den Sitzungsberichten.)

4. Herr *A. Sommerfeld* legt eine Arbeit von Herrn *K. Glitscher* vor: *Über die Intensitätsverteilung im Viellinienspektrum des Wasserstoffs*. Nachdem neuerdings die Balmersehe Wasserstoffserie mit allen Feinheiten, einschließlich ihrer Erklärung im elektrischen Felde, theoretisch erklärt wurde, drängt sich die Frage nach der theoretischen Deutung des zweiten Wasserstoffspektrums, des sogenannten Viellinienspektrums, auf. Die Arbeit von Herrn *Glitscher* liefert die ersten Anhaltspunkte hierzu, indem sie Zusammenhänge zwischen der Intensitätsverteilung im Viellinienspektrum und dem Balmersehen Spektrum aufdeckt.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

15. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Prof. *R. Wegscheider* legt nachfolgende Arbeiten aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor:

1. *Über den Einfluß von Substitution in den Komponenten binärer Lösungsgleichgewichte*, VII. und VIII. Mitteilung, von *R. Kremann* und *G. Grasser*, beziehungsweise *R. Kremann* und *W. Csányi*. α - und β -Naphtylamin geben weder mit *o*-Nitrophenol noch mit *o*-Dinitrobenzol Verbindungen im festen Zustande, wohl aber mit *m*- und *p*-Nitrophenol, beziehungsweise *m*- und *p*-Dinitrobenzol. Die Restaffinität des β -Naphtylamins ist kleiner als die des α -Naphtylamins. Mit 1, 2, 4-Dinitrotoluol liefert nur das α -Naphtylamin eine äquimolekulare Verbindung, mit *s*-Trinitrobenzol und 1, 2, 4-Dinitrophenol beide. — In der VIII. Mitteilung werden die drei Zustandsdiagramme des β -Naphtylamins mit den drei isomeren Dioxybenzolen mitgeteilt.

2. *Versuche über die Löslichkeit von Kohlensäure in Chlorophylllösungen*, von *R. Kremann* und *N. Schniderschitsch*. Kohlensäure zeigt in 95 prozentigem Alkohol und in einer homogenen Lösung von Chlorophyll in 95 prozentigem Alkohol gleiche Löslichkeit, ebenso in 45 prozentigem Alkohol ohne und mit kolloidal gelöstem Chlorophyll. Unter diesen Bedingungen adsorbiert also Chlorophyll Kohlensäure nicht in analytisch nachweisbarer Menge.

Das w. M. Hofrat *K. Grobben* legt eine vorläufige Mitteilung von Dr. *Otto v. Wettstein* vor, betitelt: *Neue Nager und ein neuer Klippschliefer aus Kordofan*. Es werden beschrieben: 1. *Mus (Leggada) matschiei n. sp.*, 2. *Acomys intermedius n. sp.*, 3. *Arvicanthus testicularis kordofanensis n. subsp.*, 4. *Procavia (Procavia) ebneri n. sp.*

21. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Prof. *F. Exner* legt vor: *Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung*. Nr. 94. *Zur Kenntnis der mittleren Lebensdauer des Radiums*, von *Stefan Meyer* und *Robert W. Lawson*. Es gelang, die innerhalb 7.4 Jahren aus Ionium gebildete Radiummenge aus ihrer γ -Strahlung festzustellen und so zu einer neuen Bestimmung der mittleren Lebensdauer des Radiums zu gelangen. Sie ergab sich zu 2500 Jahren.

Das w. M. Prof. W. Wirtinger legt vor: *Beschleunigungsrelative Bewegung und die konforme Gruppe der Minkowskischen Welt*, von Dr. Friedrich Kotler in Wien. Die Arbeit schließt an frühere Untersuchungen des Verfassers zur Relativitätstheorie an und zeigt, daß unter der Voraussetzung, daß die Lorentz-Transformation im unendlich Kleinen gilt, die Bahnkurven einer eingliedrigen orthogonalen Gruppe die einzigen beschleunigungsrelativen Bewegungen der Minkowskischen Welt sind. Geht man weiter und läßt auch die von Bateman eingeführten konformen Transformationen zu, so findet man die Bahnkurven einer eingliedrigen konformen Transformationsgruppe, in welcher die orthogonale als Untergruppe enthalten ist. Die von Ehrenfest und van Os gefundenen Kurven erweisen sich dann als Spezialfälle der konformen Gruppe.

Das w. M. R. Wegscheider legt nachstehende Arbeit aus dem Chemischen Institut der Universität Graz von Robert Kremann und Georg Grasser vor: *Über den Einfluß von Substitution in den Komponenten binärer Lösungsgleichgewichte, IX. Mitteilung, Die vergleichende Bestimmung der Dissoziationsgrade einiger*

additioneller Verbindungen im Schmelzfluß. Die Dissoziationsgrade der Verbindungen des β -Naphthylamins mit Polynitrobenzolen *et. parib.* sind kleiner als die des α -Naphthylamins, die Verbindungen von *m*- und *p*-Nitrophenol mit den beiden Aminen jedoch gleich stark dissoziiert.

Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Zoologische Abteilung. Vorstand H. Przibram. Nr. 20. Die Puppenfärbungen des Kohlweiblings Picris brassicae (erster bis dritter Teil), von Leonore Brecher. Hellste Puppen entstehen experimentell auf weißem Hintergrunde, dunkelste auf schwarzem, grüne auf gelb reflektierendem, mittlere auf allen anderen Hintergrundfarben und in Dunkelheit. Im Spektrum zeigte sich im Gelb das Maximum an Grünfärbung. Weißes Licht liefert in keiner, gelbes Licht in jeder Abstufung grüne Puppen. Die Bluttyrosinase der hellen Puppen verfärbt Tyrosin rosa, im Gegensatz zu der violetten Verfärbung bei den drei übrigen Farbtypen. Die grünen Puppen haben im Gegensatz zum gelbgrünen Blute der anderen leuchtend grünes Blut.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Heft 8, 1916.

Kriterien zur Existenz einer Atomistik der Elektrizität; zur Erscheinung des photoelektrischen Effektes. Erwiderung auf die Antwort E. Meyers und W. Gerlachs; von D. Konstantinowsky.

Über den Nachweis elektromagnetischer Wellen an dielektrischen Drähten; von H. Zahn. Hondris und Debye haben 1910 auf theoretischem Wege gezeigt, daß Wellen sich auch an Drähten aus dielektrischem Material fortpflanzen können, wenn bestimmte Beziehungen zwischen Frequenz, Drahtradius und Dielektrizitätskonstante eingehalten werden. In der vorliegenden Arbeit werden diese Wellen experimentell hergestellt, wobei die Theorie annähernd bestätigt gefunden wird. Die vorhandenen Abweichungen dürften in erster Linie durch unvermeidliche Energieverluste in den nur unvollkommenen Dielektrics — Wasser, Methylalkohol, Aceton — bedingt sein.

Die träge Masse schnell bewegter Elektronen (Bemerkungen zur Arbeit von G. Neumann); von Cl. Schaefer. In der unter Leitung des Verfassers angestellten Arbeit N.s war das Resultat im Bereich von 0,7 bis 0,8 der Lichtgeschwindigkeit zweifelhaft. Durch nochmalige Ausmessung der N.schen Platten mit besserem Photometer ließ sich die Richtigkeit der Lorentz-Einsteinschen Formel sogar bis 0,85 sicherstellen, so daß diese durch die Versuche Bucherers, Neumanns und des Verfassers im Intervalle 0,3 bis 0,85 bewiesen ist.

Potentiale Messungen im elektrischen Nickellichtbogen; von Wilhelm Frey. 1. Es werden die von Hagenbach und Veillon beim Cu und Fe gefundenen Bogenformen am Ni bestätigt und beschrieben. 2. Die Charakteristiken des Ni-Bogens genügen der Ayrtonischen Gleichung nicht. 3. Der Einfluß des Gasdruckes auf die Bogenspannung ist sehr gering. 4. Anoden- und Kathodenfall sinken mit steigender Stromstärke; der Kathodenfall ist unabhängig von der Bogenlänge; der Anodenfall nimmt mit der Bogenlänge zu. 5. Der Übergang von einer Bogenform in die andere erfolgt stets sprunghaft auf der Widerstandslinie.

Die statistisch-mechanische Grundlage der allgemeinen Quantentheorie; von Th. Weyde. Die Hauptformeln der Quantentheorie werden auf der Grundlage der statistischen Mechanik unter Voraussetzung einer endlichen Nullpunktsenergie abgeleitet. Als Grundlage wird eine vom Verfasser abgeleitete Entropiedefinition benutzt. Die auftretende Diskontinuität ist mathematischer Art und fordert keine physikalische Realität.

Der Energieaustausch zwischen Äther und Materie; von Th. Weyde. 1. Das Plancksche Strahlungsgesetz wird hauptsächlich als eine elektromagnetische Eigenschaft des Äthers dargestellt. Die Art dieser Eigenschaft ist vorläufig unbekannt. 2. Wenn dasselbe Gesetz aus den Prinzipien der statistischen Mechanik folgen soll, muß die Oscillatorenenergie U und die Schwingungszahl ν der Bedingung

$$\lim \frac{\nu}{2U} = \frac{1}{h} \dots \dots \dots (1)$$

unterworfen sein. Man muß dann erwarten, daß die Relation (1) die gesuchte Äthereigenschaft ist in der Weise, daß sie auch für die Energie gilt, welche der Oscillator dem Äther mitteilt. 3. Diese Hypothese wird durch Anwendung auf die Bohrschen Atommodelle geprüft. Ampères elektromagnetisches Gesetz wird für das Elektron als gültig vorausgesetzt und das Resultat der Magnetentheorie wird benutzt. Dann folgen die Bohrschen Strahlungsformeln.

Annalen der Physik; Heft 9, 1916.

Zur Theorie der Dispersion in Gasen und Dämpfen; von F. Reiche. Das System linearer Gleichungen, das die Schwingungen der Elektronen im Gase bestimmt, wird durch ein Verfahren sukzessiver Näherungen, in Form von Reihen, gelöst. Die erste Näherung ist der Fall unendlicher Verdünnung des Gases. Die Reihen werden gemittelt, und aus den gemittelten Elektronenverschiebungen wird das elektrische Feld berechnet. Durch Vergleich mit den entsprechenden Resultaten für den homogenen Körper folgen die bekannten Dispersionsformeln. Durch Berechnung der mittleren Intensität in großer Entfernung vom Gas wird dies Ergebnis bestätigt.

Tatsachen und Folgerungen über Zahl und Kopplung von Elektronen im Wasserstoffatom; von J. Stark. Inhalt: 1. Gegenwärtige Stellungnahme des Chemikers und Physikers zum Problem der Atomstruktur. 2. Ionisierung und chemische Bindung des Wasserstoffatoms. 3. Verschiedene Wasserstoffspektren und ihre Träger. 4. Zahl und Anordnung der Elektronen im H+-Atom. 5. Anordnung der Elektronen im H-Atom. 7. Elementare Gesetzmäßigkeiten der Wasserstoffserie, Zusammenhang aufeinander folgender Glieder. 8. Deformation der Atomstruktur.

Die Abzählung der Freiheitsgrade in einer Elektronenwolke (strahlender Körper); von A. Landé. Ihre Anzahl ist nicht proportional der Oszillatorenzahl, sondern der Größe des zur Verfügung stehenden Hohl-

raums. Auflösung der Strahlung in retardierte Potentiale als Gegenstück zu *Jeans'* Eigenschwingungen und *v. Laues* Strahlenbündeln. Benachbarte Raumstellen und Farben schwanken unabhängig bei „überkritischer“ Entfernung: Kritische Bezirke der optischen und harmonischen Auflösbarkeit.

Über die Eigengravitation des elektrischen Feldes nach der Einsteinschen Theorie; von *H. Reißner*. In einem nichteuklidischen, vierdimensionalen Raume von Kugelsymmetrie in bezug auf die räumlichen Achsen und bezogen auf ein beliebiges, krummliniges Koordinatensystem von derselben Symmetrie werden der Maxwellselektrostatische Energietensor und für diesen die Einsteinschen Feldgleichungen der Gravitation aufgestellt. Schon die kovariante Form der Kraftdichte bzw. des Erhaltungssatzes und fernerhin auch die Feldgleichungen, welche den Erhaltungssatz, wie sich bestätigt, in sich fassen, zeigen, daß die klassische Maxwellselektrostatische Theorie auch nach Zuziehung der Eigengravitation einen rein elektrostatischen, inneren Zusammenhang einer elektrischen Ladung nicht wiedergeben kann und daß die Feldgleichungen nur das leere Feld einer Ladung beschreiben, ohne in die Ladung hineinzureichen. Das Feld des Elektrons insbesondere unterscheidet sich, wie das vollständige Integral zeigt, nur unmeßbar wenig von dem klassischen Felde und noch weniger von dem einer Ladung ohne Masse. Erst bei Ladungen enorm großer Masse würde die Eigengravitation des Feldes merklich werden. Auch der Umstand, daß die allgemeine Lösung der Feldgleichungen die masselose Ladung nicht ausschließt, zeigt, daß der klassische elektrostatische Tensor auch mit der Eigengravitation die Struktur der Ladung nicht in sich faßt, geschweige denn, daß er die Verschiedenartigkeit positiver und negativer Ladung wiedergäbe. Das kürzlich von *Einstein* und *Schwarzschild* berechnete Feld der masselosen Ladung erscheint als Sonderfall der Lösung.

Annalen der Physik; Heft 10, 1916.

Über Paramagnetismus; von *R. Gans*.

Ein zweidimensionales Dispersionsproblem; von *Clemens Schaefer* und *Helene Stallwitz*. Die optischen und elektromagnetischen Konstanten eines aus parallelen Zylindern bestehenden Mediums werden abgeleitet. Das betreffende Medium ist doppeltbrechend und dichroitisch (Modell eines einachsigen Kristalls, Analogie zu den flüssigen Kristallen). Als Spezialfälle ergeben sich Wienersche Formeln der Stäbchendoppelbrechung, Analogon zur Rayleighschen Theorie des Himmelsblaus, Erklärung der Hertzschen Gitterwirkung. Zusammenhang mit den Braunschen Versuchen über Hertzsche Gitterwirkung im sichtbaren Gebiet.

Bemerkungen zu den Svedbergschen Beobachtungen über Elektrizitätsleitung in anisotropen Flüssigkeiten; von *W. Voigt*. *Svedberg* hat unlängst Beobachtungen über elektrische Leitfähigkeiten anisotroper Flüssigkeiten im „ungeordneten“ und „geordneten“ Zustand mitgeteilt, dabei die auf letzteren bezüglichen Resultate mit der Theorie der Leitfähigkeit von Kristallen im Einklang gefunden. Diese Rechnungen ruhen auf falscher Grundlage; die richtigen Formeln stellen die Beobachtungen aber noch genauer dar. Die von *Svedberg* für den ungeordneten Zustand gefundenen Leitfähigkeiten sind auffallend klein; dieses Ergebnis wird theoretisch verständlich gemacht.

Stabilität zweiatomiger Molekeln, ihre Dissoziationswärme und deren Beziehung zur elektrochemischen Theorie; von *F. Richarz*.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 15. Mai 1916.

Über das Wärmeleitvermögen einiger Metalle bei tiefen Temperaturen; von *Rolf Schott* †. Bearbeitet

von *A. Eucken*; von *Walther Meißner*. (Mitteil. aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.) Von *Eucken* waren Einwände erhoben worden gegen die Schlußfolgerungen, die Verfasser aus seinen Messungen über die thermische und elektrische Leitfähigkeit der Metalle (Ann. d. Phys. [4] 47, 1001, 1915) hinsichtlich des Anteiles der „Kristalleitfähigkeit“ an der Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Metalle gezogen hatte. Diese Bedenken sowie die Folgerungen, die *Eucken* an Stelle derjenigen des Verfassers setzt, werden diskutiert. Verfasser kommt dabei zu dem Resultat, daß die Euckensche Auffassung nicht berechtigt ist.

Über einige Eigenschaften des Bolometers; von *E. Warburg* und *C. Müller*. (Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.) Die Umgebungstemperatur beeinflusst die Strahlungsempfindlichkeit des Bolometers (s. auch *S. Valentiner*, Ann. d. Phys. [4] 31, 280, 1910); außerdem das Widerstandsverhältnis des bestrahlten und unbestrahlten Zweiges, mithin die bolometrische Einstellung. Ersatz einer schwarzen Hülle durch eine spiegelnde „schwärzt“ nicht nur den Bolometerstreifen, sondern erhöht auch die durch Energiezufuhr entstehende Temperatursteigerung, und zwar wurde für Gesamtstrahlung sowohl von 1063° wie von 1400° C eine Erhöhung der Strahlungsempfindlichkeit von 4,6 % gefunden, wovon nur 0,6 % von der „Schwärzung“ herrührten.

Die elektrische Leitfähigkeit flüssiger Metalle und Legierungen in ihrer Beziehung zur Elektronenkonzentration und inneren Reibung. Unter der Annahme, daß die Leitfähigkeit von flüssigen Metallen dem Quotienten aus Elektronenkonzentration und innerer Reibung proportional ist, wird aus der Änderung der Leitfähigkeit des Quecksilbers beim Auflösen von Metallen der Betrag der Elektronenspaltung der gelösten Metalle wie des Lösungsmittels berechnet und auf Grund derselben die angenäherte Gültigkeit der Stokeschen Formel für die Elektronen wahrscheinlich gemacht. Die Anwendbarkeit der van't Hoffschen Gleichung auf das dem Dissoziationsgrad des flüssigen Metalles proportionale Produkt aus Leitfähigkeit und innerer Reibung, dividiert durch das spezifische Gewicht, wird bewiesen und der Dissoziationsgrad und die Dissoziationswärme einiger flüssiger Metalle berechnet.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Mai 1916.

Die Entropiegleichung fester Körper und Gase und das universelle Wirkungsquantum; von *Simon Ratnowsky*.

Über eine weitere Reihe (M-Reihe) in den Hochfrequenzspektren der Elemente; von *Manne Siegbahn*. In den Hochfrequenzspektren der Elemente waren bisher zwei Reihen (K- und L-) mit verhältnismäßig großem Wellenlängenunterschied bekannt. Jede dieser Reihen besteht aus einer Mehrzahl von Linien. — Es war schon mehrmals die Vermutung ausgesprochen, daß noch mehrere Reihen existieren würden; allerdings fehlte bisher eine experimentelle Bestätigung. Durch Untersuchung mit einem Vakuumspektrographen unter Verwendung von Gips als analysierendem Kristall ist es dem Verfasser gelungen, eine weitere Reihe — *M-Reihe* — bei den schwersten Elementen

U, Th, Bi, Pl, Tl, Au

nachzuweisen und ihre Wellenlängen zu messen. Zwei stärkere und einige schwache Linien wurden bei jedem Elemente gefunden. Die neue Reihe besitzt Wellenlängen von der aus theoretischen Gründen zu erwartenden Größe.

Anomale Gleichrichterwirkung im Selen; von *H. Greinacher* und *C. W. Miller*.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 29.

21. Juli 1916.

LIBRARY Vierter Jahrgang.

RECEIVED

1922

INHALT:

U. S. Department of Agriculture

Der mutmaßliche Erreger des Fleckfiebers. Von
Dr. Albert Koch, Münster i. W. S. 417.

Neuzeitliche Anschauungen auf dem Gebiete der
Gerberei. Von *Dr. Peter Pooth, Freiburg
i. Schweiz.* S. 419.

Betrachtungen über Entstehung und Fortentwick-
lung von Krebszellen. A. Parasiten als Krebs-
erreger. Von *Prof. Dr. Ferdinand Blumenthal,
Berlin.* S. 424.

Besprechungen:

Tornquist, A., Geologie. Von *J. Wanner.* S. 431.

Ule, Willi, Grundriß der Allgemeinen Erdkunde.
Von *O. Baschin.* S. 432.

Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Von
J. Uhlig. S. 432.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Untersuchungen über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen

(1903—1916)

von

Carl Dietrich Harries

Mit 18 Textfiguren

Preis M. 24.—; in Halbleder gebunden M. 27.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

Prof. Dr. Gustav Lindau

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band:

Die höheren Pilze (Basidiomyceten)

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Preis M. 6,60; in Leinwand gebunden M. 7,40

Zweiter Band:

Die mikroskopischen Pilze

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Dritter Band:

Die Flechten

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II:

Die Algen

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; in Leinw. geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; in Leinw. geb. M. 7,40

Dritte Abteilung: (Meeralgen) unter der Presse!

Fünfter Band:

Die Laubmoose

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80

Sechster Band:

Die Torf- und Lebermoose

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

Die Farnpflanzen (Pteridophyta)

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

21. Juli 1916.

Heft 29.

Der mutmaßliche Erreger des Fleckfiebers.

Von Dr. Albert Koch, Münster i. W.

Wenn einst die Geschichte dieses Krieges geschrieben wird, so wird man auch einen besonderen Abschnitt dem Fleckfieber zu widmen haben, dieser Krankheit, die als verheerende Seuche stets — erkannt oder unerkannt¹⁾ — im Gefolge der früheren Kriege zu finden war, von der uns aber in der jetzigen Zeit die deutsche Wissenschaft so gut wie ganz freizuhalten verstanden hat.

Nach zwei Richtungen hin sind die Forscher tätig gewesen: Man hat einmal das Krankheitsbild des Fleckfiebers, das ja kaum ein deutscher Arzt vor dem Kriege aus eigener Anschauung kannte, sowie die Übertragungs- und Verhütungsmöglichkeiten der Krankheit studiert, und zum anderen ist man auf die Suche nach dem Erreger des Typhus exanthematicus gegangen.

Zwar sind uns die die Krankheit hervorrufoenden Parasiten auch heute noch nicht mit Sicherheit bekannt, und auch über den Mechanismus der Krankheitsübertragung können wir bis jetzt nur Vermutungen äußern, doch haben uns die Erfahrungen gelehrt, eine ausgebrochene Epidemie auf ihren Herd zu beschränken und somit wirkungsvoll zu bekämpfen.

In der Epidemiologie²⁾ des Fleckfiebers spielte neben dem überraschend plötzlichen Beginn der Seuche die Tatsache immer eine besondere Rolle, daß Leute erkrankten, ohne in unmittelbarer Nähe eines Kranken gewesen zu sein, und daß andererseits Menschen, die z. B. als Ärzte oder Pfleger in tägliche Berührung mit den Fleckfieberkranken kamen, gesund blieben. Insofern decken sich unsere Beobachtungen mit den Angaben der Autoren früherer Zeiten. Aber um eine, und zwar die wichtigste Erfahrung sind wir in diesem Kriege reicher geworden: *Wir haben die Kleiderläuse als Überträger des Fleckfiebergiftes kennen gelernt!* Und deshalb, weil wir heute wissen, daß mit der völligen Entlausung von Soldaten und Bevölkerung jede Fleckfiebererkrankung oder gar der Ausbruch einer Epidemie unmöglich geworden ist, bietet die deutsche Heeresleitung solch große Mengen an Geld und Arbeitskräften zur Vernichtung der Läuse auf. *Die Entlausungsanstalten*

sind prophylaktische Einrichtungen zur Fernhaltung und Vernichtung des Fleckfiebererregers!

Pediculus vestimenti Nitzsch, die Kleiderlaus³⁾, ist, zoologisch-parasitologisch, der „Zwischenwirt“ oder gar der „Hauptwirt“ des Fleckfiebererregers, in demselben Sinne wie die Stechmücke *Anopheles* als Zwischenwirt für den Malaria-Parasiten, die Tsetsefliege (*Glossina morsitans*) für *Trypanosoma Brucei*, den Erreger der Tsetsekrankheit²⁾, oder *Glossina palpalis* für den Urheber der Schlafkrankheit (*Trypanosoma gambiense*) in Betracht kommen.

Durch Tierversuche konnte man beweisen, daß die Läuse am fünften bis siebenten Tage nach der Infektion das Fleckfieber übertragen können, und daß auch die von einer infizierten Laus abstammende nächste Läusegeneration noch die Fähigkeit der Krankheitsübertragung besitzt. Die Versuche aber, den Erreger selbst in der Laus nachzuweisen, hatten bisher ebensowenig zu einem befriedigenden und eindeutigen Resultat geführt, wie alle Bemühungen, mit rein bakteriologischen Methoden das Virus exanthematicum³⁾ im Blute und in den Gewebssäften von Fieberkranken zu finden, bzw. daraus zu züchten.

Von den Ergebnissen all dieser — bereits sehr zahlreichen — Untersuchungen seien an dieser Stelle die Befunde von *Ricketts*, *Sargent*, *Foley* und *Vialatte*, *Töpfer*, *Rocha-Lima* erwähnt, die angaben, in „kranken“ Läusen (d. h. solchen Tieren, die nachweislich an Fleckfieberkranken gesogen hatten oder wenigstens von dem Körper Fleckfieberkranker abgenommen worden waren), und zwar meist in dem Darm derselben, kokkenähnliche Gebilde bzw. kleine ovale oder biskuitförmige Stäbchen gefunden zu haben.

Ungefähr gleichzeitig mit einer aus Petersburg kommenden Meldung, es sei einem russischen Professor und einer Ärztin gelungen, den Erreger des Fleckfiebers zu entdecken⁴⁾, hat nun Prof. *Stempell*, Direktor des Zoologischen Instituts der Universität Münster, in Nr. 15 und 17 der Deutschen Medizinischen Wochenschrift die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Ätiologie⁵⁾ des Fleckfiebers in Form kurzer vorläufiger Mitteilungen veröffentlicht und auch bereits auf dem

¹⁾ Vielleicht gilt das aber auch für andere Läusearten!

²⁾ Malariaähnliche Erkrankung bei Pferden, Eseln und anderen Säugetieren in Afrika.

³⁾ Fleckfiebergift.

⁴⁾ Es ist natürlich nicht möglich, sich auf Grund einer solchen kurzen Mitteilung ein Urteil über den Wert dieser Forschungen zu erlauben.

⁵⁾ Ätiologie = Lehre von den Krankheitsursachen.

¹⁾ „Kriegstyphus“, „bösaartiges Fieber“, „ansteckender Typhus“, „Flecktyphus“, „Faulfieber“, „Lazarett-“, „Schiffs-“, „Kerker-“, „Hungertyphus“ sind wahrscheinlich alles Synonyma für „Fleckfieber“.

²⁾ = Seuchenlehre.

Kongreß für Innere Medizin in Warschau darüber berichtet.

Diese Arbeiten befassen sich einmal mit der Untersuchung von „Fleckfieberläusen“, und zwar hat *Stempell* dabei als erster eingehende Studien, wie sie die moderne mikroskopische Technik gestattet, über diesen Gegenstand angestellt. „Kranke“ und „gesunde“ Läuse wurden, nachdem sie schon am Fundort in einer besonders geeigneten und einwandfreien Konservierungsflüssigkeit¹⁾ fixiert worden waren, in Mikrotomschnitte von 5 bis 15 μ ²⁾ Dicke zerlegt und in möglichst lückenlosen Schnittserien mit der GiemsaLösung gefärbt. Bei einer vergleichenden Untersuchung solcher Präparate „kranker“ und „gesunder“ Läuse ergab sich nun das überraschende Resultat, daß von 7 „Fleckfieberläusen“ 2 Stück — niemals aber „gesunde“ Läuse! — im Darminhalt, zwischen den mehr oder weniger zerstörten menschlichen Blutkörperchen, ungeheure Massen eigenartiger Gebilde zeigten, die meist spindelförmig, braun pigmentiert und mit kernähnlichen Einschlüssen versehen waren; sie erreichten höchstens eine Länge von 2 μ , blieben aber meist hinter dieser Größe zurück (s. Fig. 1). Bei einigen weiteren Läusen waren zu wenig Parasiten vorhanden, um sichere Ergebnisse zu gestatten; eine „Fleckfieberlaus“ schien frei von den fraglichen Parasiten zu sein.

Es handelt sich bei diesen Befunden nach *Stempell* zweifellos um Parasiten der Kleiderlaus, vielleicht um Protozoen, die den Babesien oder Leishmanien verwandt sind. Ob sie ganz oder teilweise übereinstimmen mit den von anderer Seite gefundenen kokkenähnlichen Gebilden, muß vorläufig dahingestellt bleiben.

Wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, zeigen die Parasiten eine sehr große Formenmannigfaltigkeit. Einige Stadien lassen auf Längs- oder Querteilung schließen; alle besitzen im Innern färbbare, stärker lichtbrechende Zelleinschlüsse, die wohl als Kerne gedeutet werden können. Der von medizinischer Seite erhobene Einwand, es könnte sich um Kristalle oder Zerfallsprodukte von halbverdauten menschlichen roten Blutkörperchen handeln, ist wohl von vornherein zurückzuweisen, da die Gebilde auch an Stellen vorkommen, wo überhaupt keine Erythrocyten vorhanden oder wo dieselben noch gänzlich unverseht sind.

Auf die Tätigkeit der Parasiten lassen vielleicht auch pigmentähnliche Ablagerungen in gewissen Organen „kranker“ Läuse, z. B. im Fettkörper, schließen.

Von besonderem Interesse ist aber die Verteilung im Darmkanal selbst. Während sich im Vorderdarm und ersten Teile des Mitteldarmes keine bzw. nur vereinzelte (im Darmlumen peri-

pher gelegene¹⁾ Parasiten nachweisen ließen, waren sie im Endteile des Mitteldarmes am zahlreichsten vertreten; dort fanden sie sich zwischen den bräunlich verfärbten und am meisten verdauten, zentral gelegenen Blutmassen. Der Enddarm selbst enthielt gewöhnlich nur spärliche Kotmassen und Parasiten. Auf Grund dieser Beobachtungen könnte man annehmen — vorausgesetzt, daß die von *Stempell* gefundenen Gebilde wirklich der Erreger des Fleckfiebers sind —, daß die Parasiten „nicht durch den Stich, sondern mit den Faezes der Laus auf andere Menschen, und zwar entweder durch Einatmung von Staub oder direkt auf Hautwunden, die ja bei Verlausten stets vorhanden sind, übertragen werden, denn gerade in diesen Faezes befinden sich die größten Parasitenmassen“ (*Stempell*). Auf Grund dieser Theorie würde sich dann auch das Auftreten von Fleckfiebererkrankungen bei Leuten erklären, die nachweislich selbst niemals Läuse gehabt haben. Auch andere Befunde bei Fleckfiebererkrankungen, z. B. die Tatsache, daß Epidemien bei uns vornehmlich in die kalte Jahreszeit fallen, ließen sich eventuell sehr gut mit den Ergebnissen unserer biologischen und physiologischen Studien an der Kleiderlaus in Einklang bringen, doch ist zurzeit natürlich noch die größte Vorsicht bei allen derartigen Hypothesen geboten!

* * *

„Experimentelle Untersuchungen weisen darauf hin, daß das Fleckfiebergift im Blute kreist und zeitweise jedenfalls an die Leukozyten gebunden ist.“ (*Jürgens*.) Deshalb hat Prof. *Stempell* in einer anderen Versuchsreihe Untersuchungen an Fleckfieberblut angestellt, und auch hierbei hat er zu einer bisher noch nicht angewandten Methode gegriffen. Stehen schon die „Läuseparasiten“ hart an der Grenze mikroskopischer Sichtbarkeit, so gilt das in noch weit höherem Maße von den Einschlüssen der weißen Blutkörperchen des Menschen. Da außerdem die mannigfachen und so verschiedenartigen Körperchen, die normalerweise oder bei pathologischen Veränderungen in den Leukozyten vorkommen, bisher nur durch ihr Verhalten gewissen Farbstoffen gegenüber überhaupt festgestellt werden konnten, und da gerade eine solche Färbemethode bei diesen kaum mikroskopisch wahrnehmbaren Gebilden erst recht ihre Launenhaftigkeit beweist, so galt es einmal, noch stärkere Vergrößerungen, als es gewöhnlich möglich ist, anzuwenden, und zum anderen, jede künstliche Färbung völlig zu vermeiden. Beide Bedingungen erfüllt eine Untersuchung *ungefärbter* Leukozyten mittels Mikrophotographie mit *ultraviolettem* Licht.

Mit Hilfe eines besonderen, von *Köhler* konstruierten Zeißschen Apparates wurden von weißen Blutkörperchen in Blutaustriechen Fleckfieberkranker und Gesunder Serien von Mikro-

¹⁾ Es handelt sich um das zweckmäßig veränderte Hennigssche Gemisch.

²⁾ 1 $\mu = \frac{1}{1000}$ mm.

¹⁾ Ob sie eventuell aus den Epithelzellen des Darmes auswandern, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

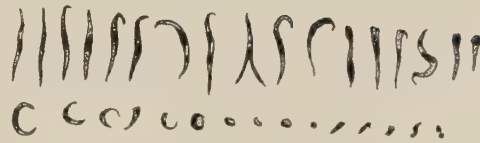


Fig. 1. *Strickeria jürgensi* Stemp. Parasiten aus dem Darminhalt von „Fleckfieberläusen“ (nach Stempell). Vergrößerung 5000 : 1.

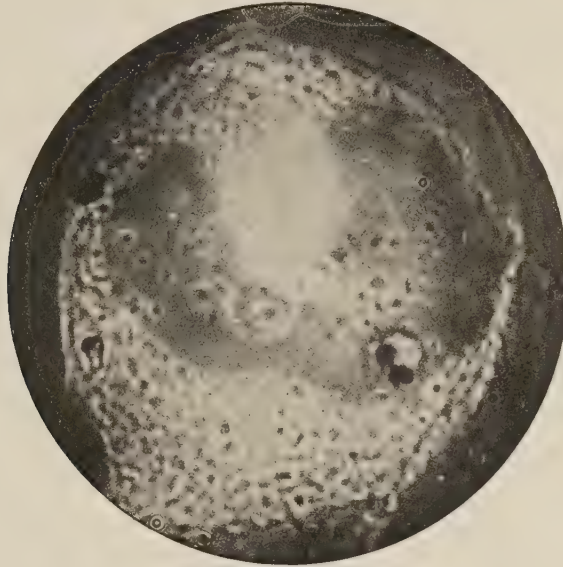


Fig. 2. Weißes Blutkörperchen aus Fleckfieberblut mit zwei parasitären Einschlüssen, den mutmaßlichen Fleckfiebererregern (nach Stempell).

Der eine, in Zweiteilung befindliche Parasit liegt etwas rechts-unterhalb des Mittelpunktes der Figur, den zweiten parasitären Einschluß sieht man am linken Rande des Leukozyten liegen, in gleicher Höhe wie den zuerst beschriebenen. Außerdem sind zahlreiche, kleine Zelleinschlüsse und der große, sichelförmige Leukozytenkern zu sehen. Nicht retuschiertes Mikrophotogramm nach ungefärbtem Präparat, bei ultraviolettem Licht aufgenommen. Vergrößerung 3600 : 1.

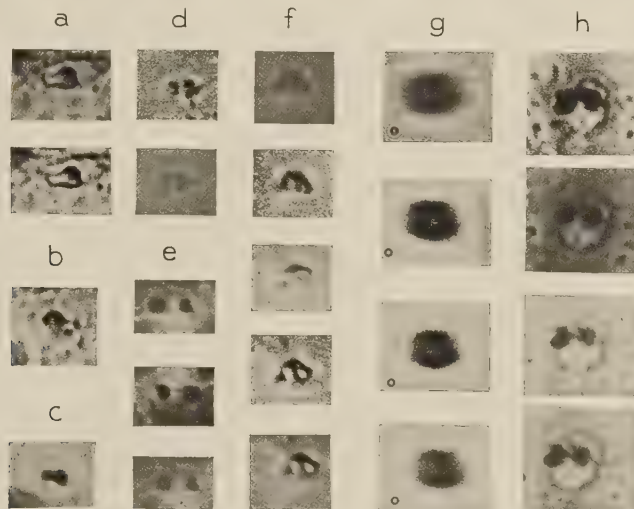


Fig. 3. Ausschnitte aus Leukozyten aus Fleckfieberblut mit parasitären Einschlüssen (nach Stempell). Nichtretuschierte Mikrophotogramme; a, b, d, f, g und h nach ungefärbten, c und e nach mit Löfflerschem Methylenblau angefärbten Präparaten. Die Verschiedenheiten der einzelnen Objekte derselben Gruppe sind durch verschiedene Einstellung, Exposition, Entwicklung, verschiedenes Kopierverfahren usw. bedingt. Vergrößerung 3600 : 1.

photogrammen hergestellt (denn eine subjektive Betrachtung und scharfe Einstellung des Präparats ist bei ultraviolettem Licht ja nicht möglich). Diese — allerdings sehr umständliche, schwierige und zeitraubende — Methode erlaubt, die Auflösbarkeit des Mikroskops gegen das Arbeiten mit gewöhnlichem Licht um etwa das Doppelte zu steigern (es sind noch scharfe Aufnahmen bis zu 3600-facher Vergrößerung möglich), und ferner, wegen der verschiedenen Absorptionsfähigkeit der einzelnen Zellbestandteile für ultraviolettes Licht, eventuelle Zelleinschlüsse auch ohne Anwendung jeder künstlichen Färbung nachzuweisen.

In 20 % der untersuchten Fleckfieberleukozyten — und nur in diesen! —, und zwar meistens im Blute vom 6. Krankheitstage wurden nun auf diese Weise eigenartige, stets innerhalb der Zelle in Vakuolen (d. h. mit heller Flüssigkeit gefüllten Hohlräumen) gelegene Gebilde gefunden, die durchschnittlich 0,7 μ groß waren und das ultraviolette Licht viel stärker absorbierten, als die eigentliche Kernsubstanz (s. Fig. 2). Schon ihrer unregelmäßigen Gestalt wegen kann es sich dabei nicht um Kokken handeln; da — wie aus Fig. 3 zu ersehen ist — viele dieser eigenartigen Gebilde hantelförmig eingeschnürt sind, d. h. also in Teilung begriffen zu sein scheinen, so ist an der Parasitennatur derselben wohl nicht länger zu zweifeln.

Diese Leukozyteneinschlüsse, die weit größer sind als manche anderen, normalerweise in weißen Blutzellen vorkommenden, parasitenähnlichen Gebilde, sind wahrscheinlich identisch mit den Körperchen, die mehrere Forscher, vor allem von Prowazek, schon gesehen haben; sie konnten aber mit Hilfe der von ihnen angewandten Methoden natürlich nicht diese Einzelheiten über den Bau und die Struktur der Parasiten¹⁾ erkennen.

Für eine Bewertung dieser Befunde soll eine Stelle am Schlusse der Stempellschen Leukozyten-Arbeit angeführt werden, in der es heißt: „Über die Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit der vorliegenden Körper mit den von mir im Läusedarm gefundenen Parasiten zu streiten, scheint mir zurzeit noch zwecklos, denn selbst eine weitgehende Unähnlichkeit würde nichts gegen eine etwaige Verwandtschaft beider beweisen, da ja z. B. auch die Malariaparasiten des Anopheles mit denen des Menschenbluts eine nur sehr entfernte Ähnlichkeit besitzen. Auch die relative Seltenheit im Blut haben die vorliegenden Einschlüsse mit den Malariaparasiten gemein.“ —

Auf jeden Fall hat uns der Krieg in der wissenschaftlichen Erforschung des Fleckfiebers einen großen Schritt vorwärts gebracht, wenn auch immer noch die Lösung der letzten Rätsel zukünftigen Arbeiten auf diesem Gebiet vorbehalten bleiben muß: sie werden zu entscheiden haben, wie weit unsere

heutigen Mutmaßungen über den Erreger des Fleckfiebers und den Mechanismus der Krankheitsübertragung richtig sind.

Literatur.

Jürgens, G., Das Fleckfieber. Bibliothek von Coler von Schjerning Bd. XXXVIII, Berlin, 1916.

v. Prowazek, S., Ätiologische Untersuchungen über den Flecktyphus in Serbien 1913 und Hamburg 1914. Beiträge zur Klinik der Infektionskrankheiten und zur Immunitätsforschung IV. Band, Heft 1, Würzburg, 1914.

Stempell, W., Über einen als Erreger des Fleckfiebers verdächtigen Parasiten der Kleiderlaus. Deutsche Medizinische Wochenschrift Nr. 15, Leipzig, 1916.

Derselbe, Über Leukozyteneinschlüsse bei Fleckfieber. Dieselbe Zeitschrift Nr. 17.

Brauer, L., Die Erkennung und Verhütung des Fleckfiebers, Würzburg, 1915.

Hase, A., Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus. Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. 2, Heft 2, Berlin, 1915.

Neuzeitliche Anschauungen auf dem Gebiete der Gerberei.

Von Dr. Peter Pooth, Freiburg i. Schweiz.

Wenn die leicht der Zersetzung anheimfallende tierische Haut durch irgendwelche Prozesse in ein Produkt übergeführt wird, das gegen Fäulnisbakterien und Wassereinflüsse widerstandsfähig geworden ist, dabei aber weder die Geschmeidigkeit noch die Zähigkeit des Rohmaterials eingebüßt hat, so nennt man die Haut gegerbt und das resultierende Produkt Leder. Die Lederbereitung ist alt, fast so alt wie das Menschengeschlecht selbst, und stammen manche der noch heute üblichen Gerbverfahren aus den Zeiten, die uns nur durch legendenhafte Überlieferungen bekannt sind. Das älteste Verfahren ist zweifellos die sogenannte animalische oder Fettgerbung, nicht minder alt ist die Lohgerbung, zeitlich folgen sodann die Mineralgerbung und endlich in neuester Zeit verschiedenerlei Gerbverfahren mit mancherlei organischen Substanzen. Von demjenigen unserer Altvordenen, der die Haut einer Jagdbeute mit Fett einrieb und durch allerlei mechanische Behandlungen dieselbe in eine Art Leder überführte, bis zu unseren modernen Großgerbereien ist ein gewaltiger Sprung — und doch auch wieder nicht, wenn man in Betracht zieht, wie alt das Gerbergewerbe ist und wieviel Jahrhunderte es sich mit überlieferten Rezepten, ohne nennenswerte Neuerungen einzuführen, durchgeschleppt hat. Zur Blütezeit des Zunftwesens schlossen sich diejenigen Gerbermeister, die nach einem der speziellen Verfahren arbeiteten, zusammen, und da das Vorhandensein eines geeigneten Gebrauchswassers die Grundbedingung für die Ausübung des Gewerbes bildete, so war auch ein örtlicher Zusammenschluß die notwendige Folge. Daher findet man heute noch in den Straßenbenennungen alter Handelsstädte Ausdrücke, die auf das Gerbergewerbe hindeuten. In Köln am Rhein, des

¹⁾ Man hat dieselben in die Gruppe der sogenannten Chlamydozoen (Strongyloplasmen) gestellt.

Verfassers Vaterstadt, gibt es beispielsweise einen Rotgerberbach (Rotgerbung = Lohgerbung), ferner einen Weißgerberbach (Weißgerbung = Alaungerbung), und der Wasserlauf, ein dürrtiges Bächlein, fließt in einigen der ältesten Häuser noch heutzutage offen durch den Keller.

Einen bedeutenden Aufschwung nahm nun das Gerbereigewerbe durch die Einführung maschineller Hilfsmittel; aus dem einstigen Handwerk wurde eine Industrie, die sich auf den heutigen Tag zu einer Großindustrie entwickelt hat. Aber manches Jahrzehnt hindurch wurde noch immer rein empirisch gearbeitet. Zwar hatte die reine Wissenschaft schon um 1800 herum den Gerbprozeß in den Bereich ihrer Untersuchungen gezogen, aber die Resultate waren anscheinend noch nicht überzeugend genug, um direkten Eingang in die Praxis finden zu können; vielleicht lag auch der Grund darin, daß zwischen abstrakter Wissenschaft und industrieller Praxis die vermittelnde Person in Gestalt des wissenschaftlichen Technikers fehlte. Schätzte doch *Fahrion* selbst im Jahre 1903 die Zahl der in der deutschen Lederindustrie beschäftigten Chemiker auf kaum 2 Dutzend, und dabei hatte die Jahresproduktion nicht weniger als eine halbe Milliarde Wert!

Jedoch die Zeiten änderten sich bald, und der im Jahre 1897 gegründete „Internationale Verein der Lederindustriechemiker“ begann seine segensreiche Wirkung auszuüben. Das Arbeitsgebiet dieses Vereins erstreckte sich zwar zunächst nur auf die analytische Kontrolle der Gerbmateriale und des fertigen Produktes. Rastlos wurde und wird noch heute von den Mitgliedern der fast in allen Kulturländern vorhandenen Sektionen an der Ausgestaltung einheitlicher Analysenverfahren gearbeitet, und aus der Summe der zahlreichen, vielfach selbstlosen Pionierarbeiten ging als Schlußakkord die heute fast allgemein gültige, internationale Untersuchungsmethode hervor. Nun konnten auf Grund exakter Zahlen die vielen Gerbmateriale nach bestimmten Gesichtspunkten eingeteilt werden, nun konnte man, gestützt auf Analysenresultate, die einzelnen Phasen des Gerbprozesses eingehender studieren; die Stärke der Gerbbrühen, der Grad des Ausgerbens, die Anforderungen an die Qualität des Leders, alles das war unter Kontrolle gestellt, kurz — es war diejenige Basis geschaffen worden, die eine wirtschaftlich rationellere Ausgestaltung der ganzen Gerbereitechnik zur Folge haben mußte.

Doch neben diesen nur für die reine Praxis zugeschnittenen Maßnahmen wurde die Theorie nicht ganz vergessen und immer wieder, wenn auch mit Unterbrechungen, dasjenige Problem erörtert, das logischerweise eigentlich die Grundlage zu allen weiteren Überlegungen hätte bilden müssen, — das Problem der Lederbildung selbst. Die Tatsache, daß es möglich war, mittels so grundverschiedener Materialien stets aus der tierischen Haut ein Produkt zu erhalten, das als Leder so bezeichnen war, mußte die Vertreter der Wissen-

schaft dazu führen, sich über die Art und Weise des Zustandekommens von Leder eine bestimmte Vorstellung zu machen. Um den vielfach recht komplizierten Erklärungsversuchen folgen zu können, sind Kenntnisse über die Grundzüge der einzelnen Gerbverfahren notwendig, und soll daher versucht werden, dieselben mit wenigen Worten hier zu vermitteln.

Die Häute gelangen meist in getrocknetem Zustande in die Hände des Gerbers und haben, ehe sie der eigentlichen Gerbung unterworfen werden, eine Reihe von Prozessen mehr vorbereitender Natur durchzumachen. Durch Einlegen in Wasser werden die Häute wieder geschmeidig gemacht, gleichzeitig findet dabei eine Aufquellung der Haut statt. Dann gilt es, die Haare zu entfernen, welches man durch Behandeln der geschwellten Häute mit Kalkwasser, dem vielfach auch Alkalisulfide und Polysulfide zugesetzt werden, und nachfolgender mechanischer Behandlung erreicht. Diesem Vorgang, gerbereitechnisch „Äschern“ genannt, folgt das sogenannte „Beizen“, womit bezweckt wird, den in der Haut aufgespeicherten Kalk zu entfernen, die Fettsubstanzen zu lösen und endlich die stark aufgequollene Haut wieder auf ein normaleres Volumen zurückzubringen. Ein seit alters her angewendetes Beizmittel ist tierischer Kot; neuerdings werden mit gutem Erfolg eine Anzahl weniger unappetitlicher Beizmittel benutzt. Man hat nämlich erkannt, daß die beim Beizprozeß gewünschte Wirkung einer Reihe von Enzymen beizumessen sei, und hat sich besonders ein deutsches, aus Pankreatin hergestelltes Fabrikat recht gut in die Praxis eingeführt. Handelt es sich nur darum, den Kalk aus den Häuten zu entfernen, so gelangt man auch schon bei Anwendung schwach wirkender, organischer Säuren, wie Ameisen- oder Buttersäure, zum Ziel.

Die so vorbereiteten Häute (der geschilderte Weg ist natürlich nicht der einzig mögliche) werden „Blößen“ genannt und sind nunmehr zur eigentlichen Gerbung fertig. Bei der *Sämischerbung* werden die Blößen unter ständigem Walken mit Tran durchtränkt und dann der Einwirkung der Luft ausgesetzt. Hierbei vollzieht sich, unter starkem Erwärmen, die Umänderung der Haut in Leder, und das Produkt führt im Handel die Namen Sämischleder, auch wohl Schwedisch-, Dänisch- oder Wildleder. Die *vegetabilische* oder *Lohgerbung* verwendet, wie der Name schon sagt, pflanzliche Gerbstoffe und wird im allgemeinen auf zwei Arten ausgeführt. Bei dem älteren Verfahren, der Grubengerbung, werden die Blößen in einer Grube abwechselnd mit einer Lage trockenen Gerbmateriale aufeinander geschichtet, das Ganze mit verhältnismäßig wenig Wasser übergossen und dann sich selbst überlassen. Bis die Haut in Leder umgewandelt oder „lohgar“ geworden ist, vergeht ein ziemlich langer Zeitraum, eine Reihe von Monaten, dafür soll das so gewonnene fertige Leder aber auch den allerhöchsten Ansprüchen genügen. Für unsere

schnellebige Zeit ist dieses Verfahren jedoch zu zeitraubend, und bevorzugt man heute das sogenannte Schnellgerbverfahren, welches darin besteht, die Blößen zunächst mit einer dünnen Gerbrühe, dann nach und nach mit einer immer stärkeren so lange zu behandeln, bis die Lederbildung vollzogen ist. Recht gute Erfahrungen sind auch mit einer Vereinigung beider Gerbarten gemacht worden. Um den Gerbprozeß noch mehr zu beschleunigen, hat man versucht, elektrische Kräfte mitwirken zu lassen, doch gehen die Urteile über die hierbei erzielten Resultate sehr auseinander.

Die *Alaungerberei* verwendet Lösungen von Alaun, meist in Verbindung mit Kochsalz, und werden ihrer Einwirkung die Blößen so lange ausgesetzt, bis sie vollständig mit den Mineralsalzen imprägniert sind. Die so erhaltenen Produkte müssen noch verschiedenerlei Behandlungen erfahren, ehe sie marktfähig sind; das sogenannte Glacéleder beispielsweise wird durch Nachgerbung eines alaungaren Leders mittels Weizenmehl und Eigelb erhalten. Von industriell außerordentlicher Wichtigkeit ist das *Chromgerbverfahren*; je nachdem das Ein- oder Zweibadverfahren angewendet werden soll, werden die Blößen entweder in ein durch Soda genügend alkalisch gemachtes Bad einer wässrigen Lösung eines Chromsalzes gebracht oder zuerst mit einer angesäuerten Lösung von Kaliumbichromat getränkt und dann die Chromsäure auf der Hautfaser mittels Natriumthiosulfat reduziert.

Es gibt nun noch eine Reihe von Gerbverfahren, die für die Praxis teilweise eine nur untergeordnete Rolle spielen; so kann man unter anderem auch mit Eisensalzen gerben, und hat man in allerjüngster Zeit dies infolge der durch die Kriegslage bedingten Gerbstoffknappheit auszubuten versucht. Ferner erhält man mit Formaldehyd aus Blößen ein ganz brauchbares, dem Sämischleder ähnliches Produkt, das dabei neben großer Wasserbeständigkeit noch den Vorzug besitzt, rein weiß zu sein. Von nicht geringer Bedeutung scheint ein seit wenigen Jahren bestehendes Verfahren zu sein, welches als Gerbstoff ein fabrikmäßig hergestelltes Produkt „Neradol“ verwendet. Es wurde zuerst von *Stiasny* dargestellt und ist im wesentlichen ein Kondensationsprodukt aus Phenolen oder Phenolsulfosäuren mit Formaldehyd.

Alle diese Wege führen mehr oder minder direkt zum gleichen Ziel, man erhält stets aus der tierischen Haut ein Produkt, das den eingangs angeführten Bedingungen für Leder entspricht. Es entsteht nun die Frage, ob trotz der Mannigfaltigkeit der Methoden die Umwandlung der tierischen Haut in Leder stets auf dem gleichen Mechanismus beruhe, und ferner, welcher Art dieser Mechanismus überhaupt sei. Bis zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts faßte man die Lederbildung als einen rein chemischen Vorgang auf; in der Gerbung der Haut durch den Gerbstoff und in der Fällung der Gelatine (die bekanntlich aus der

tierischen Haut darstellbar ist) durch ebendenselben Gerbstoff erblickte man eine Analogie und betrachtete beide Vorgänge als eine Salzbildung. *Knapps* umfassende Experimentaluntersuchungen brachten diese Anschauungen im Jahre 1858 jedoch zu Fall. Für ihn war die Lederbildung ein physikalischer Prozeß, und zwar eine Folge der Flächenanziehung zwischen Gerbstoff und Haut. Diese, die sogenannte physikalische Gerbethorie, definierte Leder als eine tierische Haut, bei der durch irgendein Mittel das Zusammenkleben der Hautfasern beim Trocknen verhindert wird. *Knapp* war wohl der erste, der die Frage über das Zustandekommen von Leder in streng wissenschaftlicher Weise anschnitt und zu beantworten versuchte. Bald nach ihm beschäftigte sich noch eine Reihe von Gelehrten mit diesem Problem; teils erweiterten sie die Ansichten *Knapps*, teils führten sie bei gewissen Prozessen doch wieder die Mitwirkung chemischer Kräfte ein, im großen und ganzen kamen ihre Definitionen doch wieder auf dasselbe hinaus wie diejenigen von *Knapp*.

Erst im Jahre 1903 nahm *Fahrion* das Problem der Lederbildung erneut in Angriff und kam auf Grund praktischer Versuche und theoretischer Überlegungen zu der Ansicht, daß die Lederbildung dennoch in der Hauptsache ein chemischer Vorgang sei und Leder eine salzartige Verbindung zwischen der Haut und dem Gerbstoff vorstelle. In einer inhaltsreichen Arbeit verwendet er, unter Berücksichtigung der verschiedenen Gerbarten, eigene experimentelle Befunde sowie diejenigen anderer Fachleute zu einer scharfsinnigen Beweisführung seiner Theorie. Die Theoretiker über das Lederbildungsproblem teilten sich nun in zwei Richtungen, eine, die dasselbe auf physikalischer Grundlage erklären, eine zweite, die Leder hauptsächlich durch chemische Vorgänge entstanden wissen will. Wenn auch in der Folgezeit von einigen Forschern vermittelnde Stellungen eingenommen worden sind, im wesentlichen bestehen beide Ansichten noch heute.

Stiasny, der Hauptvertreter der physikalischen Richtung, faßt seine Ansichten folgendermaßen zusammen: Ausgehend von den Anschauungen *Knapps*, der Leder als eine derartig veränderte Haut anspricht, daß deren Hautfasern infolge Zwischenlagerung irgendeines Materials beim Trocknen verhindert werden, aneinander zu kleben, muß der Satz nun dahin erweitert werden, daß dieses Material auf einfache Weise nicht mehr aus der Haut entfernbare ist. Die Gerbung selbst erfolgt aber, mit Ausnahme der Sämischgerbung, stets in wässriger Lösung oder Suspension. Folglich muß der Gerbstoff neben seiner Aufgabe, die Hautfaser zu umhüllen, auch noch selbst eine Zustandsänderung erleiden, soll der Gerbprozeß nicht reversibel werden. Bei der Sämischgerbung wird der Tran von der Haut primär absorbiert, sekundär erfährt er durch die Erwärmung eine Oxydation, vielleicht tritt auch eine Wasserabspaltung oder eine Polymerisation ein; der Endeffekt ist

der, daß der Tran in eine unlösliche Verbindung übergeht. Tran oder ungesättigte Fettsäuren überhaupt lassen sich durch einfaches Erwärmen auf höhere Temperaturen leicht in unlösliche Produkte überführen, auch ohne mit der Hautfaser in Berührung getreten zu sein. In letzterer Tatsache dürfte der Beweis zu erblicken sein, daß bei der Sämischgerbung von einer chemischen Vereinigung zwischen Fettsäure und Hautfaser nicht unbedingt die Rede sein muß. Sowohl bei der Loh- wie auch der Chromgerbung ist die Absorption des gelösten Gerbstoffes durch die Haut der primäre Vorgang; der sekundäre besteht auch wiederum darin, daß sich in beiden Fällen der Zustand des Gerbstoffes ändert und aus dem löslichen in den unlöslichen übergeht. Hierbei spielen bei der Lohgerbung, wo diese sekundäre Zustandsänderung allmählich verläuft, wahrscheinlich Oxydationen, Anhydrisierungen oder wieder auch Polymerisationsvorgänge die Hauptrolle. Während der Chromgerbung geht diese Zustandsänderung ungleich schneller vor sich, und zwar wird das primär absorbierte Chromsalz einerseits aus dem Hydrosol in das Hydrogel, andererseits durch Entfernung der hydrolytisch gebildeten Säure in ein stärker basisches, unlösliches Produkt übergeführt. Alaungares Leder hat eine geringe Wasserbeständigkeit, was darin seine Erklärung findet, daß die Tonerdesalze weniger stark hydrolytisch gespalten sind und die basischen Verbindungen einen höheren Löslichkeitsgrad aufweisen. Das Grundsätzliche der physikalischen Gerbethorie besteht also darin, daß der Gerbstoff in wässriger Lösung von der Haut absorbiert wird und dann in ihr für sich, ohne Mitwirkung der Hautsubstanz, eine Zustandsänderung erleidet, dadurch wasserunlöslich wird, sich zwischen die Hautfasern einlagert und so ein Zusammenkleben derselben beim Trocknen der Haut verhindert.

Demgegenüber steht nun die chemische Theorie, die eine Gerbung nur dann als eingetreten betrachtet, wenn zwischen Hautsubstanz und Gerbstoff eine chemische Vereinigung stattgefunden hat, deren Produkt in Wasser unlöslich ist und das Leder genannt wird.

Fahrion hat in einem weiteren Aufsatz aus dem Jahre 1909 seine theoretischen Ansichten konsequent verfolgt, mit neuen experimentellen Belegen gestützt und in einer Reihe von „Thesen“ zusammengefaßt.

Chemisch betrachtet ist die tierische Haut ein hochmolekularer, amphoterer Körper, der saure Hydroxylgruppen, aber auch stickstoffhaltige, basische Gruppen enthält, und zwar sind die letzteren die reaktionsfähigeren. Ähnlich wie Aminokörper überhaupt, kann die Haut vermöge ihrer basischen Gruppen mit sauerstoffhaltigen Substanzen Oxydations- oder Kondensationsprozesse eingehen; auch kann sie mit Säuren salzartige Verbindungen bilden, endlich können die sauren Gruppen der Haut mit sauerstoffhaltigen Substanzen unter Wasseraustritt in Reaktion treten. Unter sich sind die

in der Gerberei zur Anwendung gelangenden Gerbstoffe chemisch zwar sehr verschieden, eins haben sie jedoch alle gemeinsam, daß sie nämlich reaktionsfähigen Sauerstoff enthalten, der mit Wasserstoffatomen anderer Verbindungen sich gerne zu Wasser vereinigt. Diesen reaktionsfähigen Sauerstoff kann der Gerbstoff schon enthalten so, wie er im Gerbmateriale vorhanden ist; vielfach ist er darin jedoch in einem primären Zustande und wird erst, sei es durch den Sauerstoff der Luft, sei es durch das als Lösungsmittel dienende Wasser in das auf die Haut reaktionsfähigere Stadium umgewandelt.

Man hat nun zwischen zwei Grundarten von Gerbungen zu unterscheiden. Bei der echten Gerbung vereinigen sich Gerbstoff und Haut zu einem Komplex, es tritt eine Kondensation ein, wobei die Haut den Wasserstoff, der Gerbstoff den Sauerstoff des austretenden Wassers liefert. Wenn wir auch über die chemische Struktur der vegetabilischen Gerbstoffe Sicheres so gut wir gar nicht wissen, manche Anzeichen deuten jedoch darauf hin, daß man sie als Ortho- und Parapolyphenole auffassen kann. Diese können wir uns in Chinone übergegangen denken, welche dann mit der Haut unter Wasserabspaltung in Reaktion treten. Das Chinon selbst ist ein höchst energischer, vielleicht sogar der stärkste Gerbstoff. Als Derivate der Polyphenole sind auch die sogenannten Phlobaphene aufzufassen; sie sind keine eigentlichen Gerbstoffe mehr, können aber infolge des katalytischen Wasserabspaltungsvermögens der tierischen Haut anhydriert werden, so in einen zunächst unlöslichen Zustand übergehen und sich auf der Haut ablagern. Diesen Vorgang bezeichnete *Fahrion* als Pseudogerbung. Durch eine noch nachträglich eintretende Reaktion zwischen gefällttem Pseudogerbstoff und Haut kann die Pseudogerbung in eine echte zum Teil übergehen.

Unter Zugrundelegung dieser Ansichten wäre die Sämischgerbung in der Hauptsache eine echte Gerbung. Der primäre Gerbstoff, die ungesättigte Fettsäure, geht durch den Luftsauerstoff in den sekundären, ein Peroxyd der Säure, über, das seinerseits nun mit der Haut eine Kondensation eingeht. Ein Teil der Peroxyde lagert sich aber in Oxysäuren um, diese bilden durch Pseudogerbung (Anhydrisierung) Laktone und diese endlich können mit den sauren Gruppen der Haut eine Verbindung eingehen. Der oben erwähnten Anschauung über die Konstitution der vegetabilischen Gerbstoffe zufolge ist die Lohgerbung im wesentlichen als eine Chinongerbung zu betrachten, doch gleichzeitig tritt auch eine Pseudogerbung ein. Eine nur mit einer chinoiden Verbindung gegerbte Haut würde ein „leeres“ Leder geben, die nebenher laufende Pseudogerbung gibt dem Leder erst die gewünschte Fülle. Die Mineralgerbung ist zunächst eine reine Pseudogerbung, geht aber dann allmählich in eine echte Gerbung über.

Seitdem beide Theorien in präziser Fassung vorliegen, sind etwa 5 bis 6 Jahre verstrichen, und die Mehrzahl der inzwischen angefertigten Arbeiten

über das Lederbildungsproblem zeigt die Tendenz, die eine oder andere Theorie durch neues experimentelles Material zu unterstützen, manche Forscher nehmen auch, wie schon erwähnt, eine vermittelnde Stellung ein.

In den letzten Jahren hat nun *Sommerhoff* sich bemüht, neue Gesichtspunkte in das Problem der Lederbildung hineinzubringen. Die Elemente der Haut denkt er sich als aus kugeligen Albuminzellen bestehend, die eine wasserarme, im Gelzustand befindliche Haut und einen im Solzustand befindlichen Inhalt besitzen. Derartiger Zellen enthält die Haut nun zweierlei Arten. Die einen, die α -Zellen vermögen schon in der Kälte mit Gerbstoffen in Lösung zu reagieren, wobei dieser die Zellwand durchdringt und unter Wasserabspaltung mit dem Zellinhalt eine komplexe Molekularaddition eingeht. Die β -Zellen sind zu analogen Reaktionen nicht befähigt, werden aber auch nicht von Fäulnisbakterien angegriffen und sind daher für den Gerber ohne Interesse. Die vegetabilischen Gerbstoffe denkt sich *Sommerhoff* als aus zwei verschiedenen Arten Kolloiden bestehend; die α -Kolloide werden von der Haut unter gleichzeitiger Oxydation derselben resorbiert, die β -Kolloide werden von ihr dagegen ohne Oxydation aufgenommen. Also auch *Sommerhoff* betrachtet für eine Gerbung den gleichzeitigen Eintritt einer Oxydation als unumgänglich notwendig, steht somit auf einem ähnlichen Standpunkt wie *Fahrion*. Auch muß man letzterem in gewisser Beziehung recht geben, wenn er *Sommerhoffs* Theorie als eine etwas komplizierter ausgedrückte chemische Theorie bezeichnet. Setzt man nämlich statt α -Gerbstoffkolloid den Ausdruck „echten Gerbstoff“ und statt β -Kolloid „Pseudogerbstoff“, so hat man eigentlich dasselbe, was *Fahrion* als Chinon- und Phlobaphengerbung bezeichnet. *Sommerhoff* baute seine Ideen nun weiter aus und bedient sich dabei in wahrhaft genialer Weise des gesamten Rüstzeuges modernster Chemie. Da er jedoch im Verlauf seiner zahlreichen Veröffentlichungen des öfteren das gleiche mit anderen Worten sagt, so bilden sie keine alltägliche Lektüre. Seine zweifellos höchst interessanten Mitteilungen verdichten sich schließlich zu einer Theorie, der er den Namen „Dehydratationstheorie“ gegeben hat und die im wesentlichen darauf beruht, daß bei der Gerbung dem Hautalbumin chemisch gebundenes Hydratwasser entzogen wird. Bei diesem Vorgang sollen nach ihm nun noch „photochemisch-magnetisch-optische Kräfte“ mitwirken. Eine Überlegung, die schon fünfzig Jahre vorher gemacht worden ist, zwischen dem Gerbprozeß und dem Färbvorgang eine gewisse Analogie zu erblicken, wird auch von *Sommerhoff* in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen. Ob jedoch seine Theorien, denen leider manchmal der überzeugende experimentelle Nachweis fehlt, durchzudringen vermögen, soll an dieser Stelle nicht entschieden werden.

Das Problem der Lederbildung beansprucht zurzeit ein erhöhtes Interesse und wird von den Fach-

leuten eifrigst zu ergründen versucht. In allerjüngster Zeit nun ist *Möller* mit einer Theorie an die Öffentlichkeit getreten, die, soweit sich nach den bisherigen Mitteilungen urteilen läßt, wohl geeignet sein könnte, allgemeine Beachtung zu erregen. Obschon sie noch unter dem Zeichen der Diskussion steht und *Möller* noch ständig an ihrer Vertiefung arbeitet, verdient sie es dennoch, wenigstens in ihren Grundzügen, auch weiteren Kreisen zugänglich gemacht zu werden.

Möller benutzt in sehr sinnreicher Weise die Untersuchungsergebnisse *P. von Weimarns* über die Peptisationserscheinungen bei Kolloiden. Dieser Forscher erblickt deren Ursache nämlich in der Bildung komplexer Verbindungen zwischen dem Peptisator und der peptisierten Substanz. Die in der Gerbereitechnik gebräuchlichen Gerblösungen zeigen nun Eigenschaften, die mit denjenigen peptisierter Lösungen eine große Ähnlichkeit aufweisen. Und in der Tat konnte *Möller* experimentell bestätigen, daß scheinbar noch so einheitliche Gerbstofflösungen stets einen Körper enthalten, der nur dadurch, daß er durch einen zweiten Körper peptisiert ist, in Wasser löslich wird. Wird nun die Peptisation durch irgendeine fremde Einwirkung aufgehoben, so geht der vorher im Solzustand befindliche Körper in den Gelzustand über, das heißt — er flockt aus. Bezieht man diese Anschauungen auf vegetabilische Gerbstoffe, so muß man annehmen, daß dieselben aus verschiedenen Einzelstoffen bestehen. Beim Auslaugen des Gerbmateri als löst sich im Wasser zunächst ein Stoff, der peptisierend auf weitere, direkt nicht lösliche Substanzen wirkt und sie damit in den Solzustand überführt. Gehört der Gerbstoff der Pyrogallolgruppe an, so ist es die sogenannte Ellagsäure, die der Peptisation unterworfen wird. Liegt dagegen ein Gerbstoff der Pyrokatechingruppe vor, so werden die Phlobaphene peptisiert. Eine allen Anforderungen gerecht werdende vegetabilische Gerbstofflösung muß also Ellagsäure oder Phlobaphene in fertig peptisiertem Zustande enthalten, und die Stärke der Gerbbrühe steigt demnach mit der Erhöhung ihres Gehaltes an peptisierter Substanz. *Möller* denkt sich den Peptisationsvorgang nun so, daß der Peptisator mit der zu peptisierenden Substanz eine komplexe Verbindung eingeht, was aber nur dann möglich ist, wenn zwischen beiden Komponenten ein nahes Verwandtschaftsverhältnis besteht.

Auch in der Blöße haben sich durch die verschiedenen Behandlungen wie Kalken, Entkalken, Beizen, Schwellen usw. Prozesse abgespielt, die darin gipfeln, die an sich wasserunlösliche Hautsubstanz gleichfalls zu peptisieren und damit in eine kolloidal lösliche Form überzuführen.

Bringt man nun eine der eben beschriebenen Gerbstofflösungen mit der so vorbereiteten Blöße zusammen, so ist der Eintritt desjenigen Vorganges, den wir schlechtweg Gerbung nennen, von einer Affinität des Peptisators der Gerbstofflösung zu der Hautsubstanz abhängig. Treffen

die erforderlichen Faktoren zusammen, dann wird durch die Hautsubstanz der Peptisator der Gerbstofflösung entzogen und damit die oben erwähnte komplexe Verbindung zerlegt. Es tritt der Vorgang ein, der der ganzen Theorie den Namen gegeben hat und den Möller als „Depeptisation“ bezeichnet. Dadurch wird der peptisierte Körper der Gerbstofflösung aber wieder wasserunlöslich und lagert sich als mikrokristallinischer Niederschlag auf den Hautfibrillen ab. Damit ist ein Zusammenkleben der Fibrillen beim Trocknen der Haut verhindert, der sie umgebende kristalloide Mantel schützt sie vor äußeren Einflüssen — die Grundbedingungen für die Lederbildung sind erfüllt.

Wie schon gesagt, skizzieren die vorstehenden Zeilen die Möllersche Theorie nur in ihren elementarsten Zügen. Der Autor hat seine Theorie wesentlich tiefer ausgebaut, eine ganze Anzahl weiterer Vorgänge in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen und ihre Erklärung dem herrschenden Grundgedanken zwanglos unterordnen können. Auch ist das letzte Wort noch lange nicht gesprochen. Vor allem muß man noch die von Möller in Aussicht gestellten experimentellen Belege, besonders für die verschiedenen in Betracht kommenden Gerbverfahren, abwarten, ehe man ein abschließendes Urteil zu fällen berechtigt ist. Der einzige, der bis jetzt Möller widersprochen hat, ist Fahrion. Daß für ihn Möllers Theorie nicht annehmbar ist, wird aus vorliegendem Aufsatz ohne weiteres verständlich. Vom rein objektiven Standpunkt aus muß man jedoch sagen — und auch Fahrion betont dies ausdrücklich —, daß den Möllerschen Anschauungen eine nicht zu verkennende Großzügigkeit innewohnt, die durch das zu erwartende experimentelle Beweismaterial sicherlich noch greifbarer hervortreten wird.

Fragt man sich nun, welche Theorie die größte Wahrscheinlichkeit besitze, die physikalische, die chemische oder als jüngste die kolloidchemische (Möller betrachtet übrigens den Ausdruck „kolloidchemisch“ nur als Lückenbüßer für die Bezeichnung einer Spezialwissenschaft, deren Inhalt mit dieser Benennung keineswegs umschrieben ist), so wird man vom Standpunkte des wissenschaftlichen Chemikers aus wohl der chemischen Theorie vorläufig die Palme reichen. Daß neben chemischen auch physikalische Kräfte bei dem Lederbildungsprozeß eine Rolle spielen, unterliegt keinem Zweifel, und auch Fahrion gibt dies ohne Einschränkung zu. Aber in letzter Linie, und dieser Anschauung kann sich auch Referent nicht verschließen, werden es doch wohl chemische Umsetzungen zwischen Haut und Gerbstoff, beide in die geeignete Form gebracht, sein, deren Endprodukt dasjenige Gebilde ist, das wir Leder nennen. Intermediär können selbstredend allerlei Kräfte beteiligt sein, mögen sie nun von den Physikern oder von den Kolloidchemikern als zu ihrem Bereich gehörig betrachtet werden.

Literatur.

Collegium, Zentralorgan des Internationalen Vereins der Lederindustriechemiker.

Journal of the American Leather Chemists Association.

Le Cuir.

Ledertechnische Rundschau.

Fahrion, Neuere Gerbemethoden und Gerbethorien. Sammlung Vieweg, Heft 28. Braunschweig 1915.

Stiasny, Abschnitt über Gerberei und Gerbstoffe in Herzogs Chemische Technologie der organischen Verbindungen. C. Winter, Heidelberg 1912.

F. Ch. Neuner, Fortschritte in der Gerbereichemie. Theodor Steinkopff, Dresden 1911.

J. v. Schroeder, Zur Kenntnis des Gerbprozesses. Theodor Steinkopff, Dresden 1909.

Stiasny, Artikel „Gerbung und Gerbstoffe“ in Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. IV, S. 961 ff. Gustav Fischer, Jena 1913.

W. Fahrion, Zur Theorie der Lederbildung. Zeitschrift für angewandte Chemie 16, 665 (1903). — Zum Chemismus der Lederbildung. Chemiker-Zeitung 31, 748 (1907). — Über die Vorgänge bei der Lederbildung. Zeitschrift für angewandte Chemie 22, 2093 (1909).

Betrachtungen über Entstehung und Fortentwicklung von Krebszellen.

Von Prof. Dr. med. Ferdinand Blumenthal, Berlin.

A. Parasiten als Krebserreger.

Die Tatsache, daß die Krebskrankheit als eine der furchtbarsten Geißeln angesehen wird, so daß in allen Kulturländern besondere Institute zu ihrer Erforschung und Bekämpfung errichtet wurden, beruht nicht nur darauf, daß ihr Verlauf ein qualvoller ist und sie im Volke als unheilbar gilt, sondern auch auf den statistischen Angaben, wonach sie von Jahr zu Jahr im Zunehmen begriffen ist. Dazu kommt, daß sie von den meisten Laien und nicht wenigen Ärzten als eine sehr ansteckende Krankheit angesehen wird, deren Bekämpfung uns so lange wenig Aussicht zu versprechen scheint, als der Erreger der Krebskrankheit¹⁾ noch gänzlich unbekannt geblieben ist. Dieser Unkenntnis des oder der ätiologischen Momente bei der Krebsentstehung wird es allgemein zugeschrieben, daß die Bekämpfung der Krebskrankheit noch nicht die gewünschten Erfolge aufweise; ja, es ist vielfach die Ansicht verbreitet, es sei, ehe nicht der Krebserreger entdeckt ist, ein wesentlicher Fortschritt sowohl in der Kenntnis des Wesens der Krankheit, besonders aber auch auf dem Gebiete der Heilbestrebungen nicht zu erwarten. Diese Selbstverständlichkeit, mit der namentlich gebildete Nichtmediziner das Dogma von der Existenz des Krebserregers aufstellen, hat, wie bekannt, energischen Widerspruch namentlich von seiten vieler Fachmediziner erfahren. Der ganze Gedankengang, auf den sich die Annahme stützt, daß der Krebs eine parasitäre Krankheit sein müsse — der Verlauf desselben,

¹⁾ Als solche werden kurz die bösartigen Epithel- und Bindegewebsgeschwülste bezeichnet.

die Beobachtungen über Erbllichkeit, angebliche Ansteckung von Person zu Person, Erkranken beider Ehegatten an Krebs (*cancer à deux*), angehäuften Vorkommen in einzelnen Orten und Häusern wird zwar als wertvolles Material auch von den meisten Gegnern der parasitären Krebsentstehung geschätzt, aber keineswegs als zwingender Beweis für diese angesehen. So haben wir auch heute noch diese beiden anscheinend unüberbrückbaren Gegensätze, indem die einen jeden Fall, bei dem ein Lebewesen mit der Entstehung einer Krebsgeschwulst in Verbindung gebracht werden kann, als Beweis für die parasitäre Ätiologie ansehen, während die Gegner diese Erreger entweder ganz ablehnen oder ihre Rolle bei der Krebsentstehung anders deuten.

Nach dem, was man bisher unter *parasitärer Theorie* von der Entstehung der *bösartigen Geschwülste* verstand, wurde vorausgesetzt, daß ein bestimmtes, *außerhalb* des Körpers befindliches Lebewesen *Epithelzellen* des menschlichen oder tierischen Organismus durch Infektion in Krebszellen umwandelt; hierbei wird die Entstehung der Krebszelle aus diesen als Mutterzellen als eine fundamentale Wahrheit vorausgesetzt. In analoger Weise wird die Entwicklung des *Sarkoms* aus Bindegewebszellen gedacht. Dabei nehmen die Anhänger der parasitären Theorie stillschweigend von dem Krebsparasiten die gleichen Fähigkeiten an, wie sie bei den Erregern der Infektionskrankheiten bekannt sind, gewöhnlich, ohne sich um die Frage zu kümmern, ob all die verschiedenen Karzinom- und Sarkomarten überhaupt durch einen *einigen*, d. h. denselben Erreger hervorgerufen werden können. *Orth* hat mit Recht darauf hingewiesen, daß man bei der parasitären Ätiologie auch für *jede Karzinomart* einen besonderen Erreger annehmen müßte, da sich dies aus der gleichen Natur der Metastasen mit dem Primärtumor ergäbe. „Parasiten aus einem Kankroid müssen wieder ein Kankroid, solche aus einem Adenom müssen wieder ein Adenom oder mindestens eine Mischform von Adenom und Kancer erzeugen, wenn in ihnen die Erreger des Kankroids, die Erreger des Adenoms anerkannt werden sollen.“ Aber schließlich hätte ja diesen Forderungen genügt werden können, und es wäre an und für sich kein Hindernis für die parasitäre Auffassung der Geschwulstentstehung, wenn jede Krebs- oder Sarkomart ätiologisch etwas Verschiedenes bedeutete.

Haben nun aber die Anhänger der parasitären Theorie irgendeinen Mikroben festgestellt, für den mit guten Gründen die ätiologische Propaganda gemacht werden könnte?

Die exakte Forschung kann nur als Krebs-erreger anerkennen, was Geschwulstbildung vom *histologischen Bau einer Krebsgeschwulst* verursacht; es genügt nicht, daß irgendetwas entsteht, was wie eine Geschwulst aussieht; denn daß pathologische Erzeugnisse von dem äußeren

Aussehen einer Geschwulst parasitärer Natur sein können, das ist uns seit langem bekannt (*Syphilis* und *Tuberkulose*). Unter Berücksichtigung dieser Forderung aber ist für die Krebsentstehung beim Menschen, so fleißig auch auf diesem Gebiete gearbeitet wurde, kein Parasit übrig geblieben, der einer ernsthaften Diskussion standhielte, und ich glaube nicht im Gegensatz zu irgendeinem kritischen Krebsforscher, auch zu solchen der parasitären Richtung, zu stehen, wenn ich sage, daß ein Beweis für das Vorhandensein *eines* oder *mehrerer* Parasiten, die konstant mit der bösartigen Geschwulstbildung in ätiologischem Zusammenhang stehen bzw. sich zu ihr verhalten, wie z. B. der *Tuberkelbazillus* zur *Tuberkulose*, bisher nicht erbracht ist.

Mit dieser *Negation* wäre, worauf die Vertreter der parasitären Theorie mit Recht hinweisen, an und für sich die Möglichkeit einer parasitären Entstehung der Krebsgeschwülste nicht widerlegt, denn es gibt genug Infektionskrankheiten, deren Erreger unbekannt oder doch wenigstens bestritten ist. So viel aber kann heute mit Sicherheit gesagt werden: Sollten überhaupt beim Menschen bestimmte Mikroorganismen als konstante Erreger für die einzelnen malignen Tumorarten festgestellt werden, so müßten sie in ihren Eigenschaften erheblich von den bisher bekannten Erregern von Infektionskrankheiten abweichen; sie müßten etwa wie die Biene durch den Stich, nachdem sie der normalen Zelle den tumorigenen Reiz implantiert, im Moment der Tumorbildung aus der Krebszelle wieder verschwunden sein, da wir sie in den Tumoren nicht mehr vorfinden; denn nichts hat sich bisher, aus dem *menschlichen* Krebsgewebe wenigstens, extrahieren lassen, was Krebs erzeugte. Eine andere noch mögliche Auffassung, wonach der Krebsparasit in einer Art *Symbiose* mit der dadurch zur Krebszelle gewordenen Epithelzelle lebt, vertrat v. *Leyden* bei den von ihm unter dem Namen „Vogelaugen“ beschriebenen Einschlüssen. Der Beweis dafür, daß die Vogelaugen enthaltenden Tumorzellen besonders infektiöse oder transplantable Eigenschaften aufweisen, ist nicht gelungen; auch nicht beim Tierkrebs. Ein an Vogelaugen reiches Mammakarzinom der Katze war nicht transplantabel, während Mäusekarzinome, in denen die Vogelaugen regelmäßig vermißt wurden, diese Eigenschaft in hohem Maße aufwiesen.

Wir können also in den Vogelaugen nicht Gebilde erblicken, die uns eine parasitäre Entstehung auch nur solcher Tumorarten gewährleisten, in denen sie vorzugsweise gefunden werden, wie Mammakarzinome der Katzen. Wenn wir also bisher beim Menschen auch nicht für eine *bestimmte Tumorart* einen Erreger demonstrieren können, so ist damit noch nicht die Tatsache verneint, daß nicht in *einzelnen* Fällen maligne Tumorbildung unter Mitwirkung von Parasiten entstehen könne.

Bisher habe ich von der Entstehung der Ge-

schwülste beim Menschen gesprochen. Das geschah mit Absicht, nicht etwa, weil ich den menschlichen Krebs in einen Gegensatz zum tierischen bringen will, sondern weil das Gesagte nicht für jede in der Natur vorkommende histologische Krebsbildung zutrifft. Wenn auch der tierische Krebs vielfach gewisse Abweichungen von dem menschlichen zeigt, so bietet er doch histologisch und biologisch genügende Analogien, um zur Klärung des ätiologischen Problems auch beim Menschen mit herangezogen zu werden. In diesem Sinne sollen die zahlreichen Befunde und Versuche beim tierischen Krebs zu der Frage herangezogen werden: *kommen Parasiten überhaupt in der Tier- und Pflanzenwelt für eine Tumorbildung von der Histologie der bösartigen Geschwülste (Karzinom und Sarkom), d. h. für Krebsbildung in Betracht?* Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ist dies seit langem bekannt, da *syphilitische und tuberkulöse* Geschwüre nicht selten in Krebs übergehen. Auch von einem in den Tropen beobachteten Blasenkrebs wissen wir, daß er die Folge einer Bilharziaerkrankung ist. *Bilharz* hatte einen Wurm (*Distoma haematobium*) gefunden, der eine Entzündung der Blase hervorruft, welche oft zu Krebsbildung führt. *Jensen* impfte Ratten mit dem Bazillus einer *pseudotuberkulösen Rinderenteritis*. Zwei von diesen Tieren, welche am Leben blieben, wurden mehrere Monate nach der Impfung getötet und zeigten die typische Bildung eines Spindelzellensarkoms. *Carl Lewin* hat dann diese Tumoren durch 12 Monate weiter geimpft und immer wieder ein reines Spindelzellensarkom gezüchtet. *S. Löwenstein* beobachtete Epithel- und Papillomwucherungen in der Rattenblase von solchen Tieren, bei denen sich ein Wurm in der Blase gefunden hatte. Um diesen Wurm herum hatten sich Geschwülste gebildet. Ganz besonders eingehend beschäftigte sich *Borrel* mit diesem Problem, nachdem er in zahlreichen Geschwülsten (Sarkomen) von Ratten in der Mitte einen solchen Parasiten (*Cysticercus*) gefunden hatte. Er sprach ihn direkt als Krebserreger an. Er schloß daraus, daß die bösartigen Geschwülste überhaupt durch Parasiten hervorgebracht werden. Einen gleichen Standpunkt vertritt *Saul*, der neben den genannten Parasiten Milben konstatiert hatte. Auch in unserem Institut fand neulich *Hans Hirschfeld* in einem spontan entstandenen Angiosarkom einer Ratte beim Aufschneiden in der Mitte eine Finne (*Cysticercus fasciolaris*), welche einem Katzenbandwurm (*Taenia crassicolis*) zugehört. Die ätiologische Bedeutung dieser Cysticercen läßt sich wohl nicht, wie *Borrel* meint, als eine direkte ansehen, sondern es muß wohl ähnlich wie bei der *Bilharzia* der Parasit als Erreger eines chronischen Reizes aufgefaßt werden, der erst die präkarzinomatöse Entzündung hervorruft, die dann zur Geschwulstbildung führt. In diesem Sinne sind auch von *Johannes Fibiger* in klassischen Untersuchungen seine Befunde bei Rattengeschwülsten gedeutet worden. *Fibiger* sah

bei Ratten den Fundusteil des Magens ausgefüllt mit gewaltigen papillomatösen Wucherungen, während der übrige Teil des Verdauungstraktes normal war. Die mikroskopische Untersuchung ergab epitheliale Hyperplasie und Papillombildung. Ein infiltratives karzinomatöses Wachstum konnte er nicht nachweisen, ebensowenig Metastasen. Dagegen fanden sich in diesen Tumoren *Nematoden* des Genus *Spiroptera*, welche in entwickeltem Zustande in dem Plattenepithel der Magenschleimhaut schmarotzen. Der *Zwischenwirt* bei der Entwicklung dieses Parasiten ist eine *Schabe* (*Periplaneta americana et orientalis*). Diese Erkrankung tritt sowohl endemisch auf, auch ließ sie sich experimentell hervorrufen, wenn die *Nematoden* mittels Fütterung mit dem Zwischenwirt dem Tier einverleibt wurden. Am Anfang bemerkt man nur eine Hyperplasie des Epithels und Entzündung. Erst später tritt dann die papillomatöse Wucherung in größerem Umfange auf. Diese pathologischen Veränderungen können nun das Vorstadium zu malignen Epitheliomen abgeben mit infiltrativem heterotropem Wachstum des Epithels, wie es bei vier durch Schaben infizierten Ratten der Fall war. Bei zwei Ratten traten auch Metastasen in anderen Organen auf. Hierdurch gelang es *Fibiger*, zum ersten Mal bei gesunden Tieren metastasierende Karzinome experimentell hervorzurufen. In den Metastasen fand er weder den Parasiten noch dessen Eier. *Fibiger* nimmt an, daß diese Wucherungen durch eine Giftproduktion der *Nematoden* angeregt worden seien.

Alle diese Beobachtungen und Experimente beweisen, daß die Parasiten bei der Entstehung der bösartigen Geschwülste eine ätiologische Rolle spielen können. Sogar verschiedene Parasiten kommen in Frage. Sie alle sind *Krebserreger*, aber nur gelegentlich und indirekt. Sie erzeugen Entzündungen, Geschwüre, aus denen sich dann, meist erst nach längerer Zeit, Krebs entwickeln kann, sie geben den chronischen Reiz ab, welcher die normalen Zellen allmählich so verändert, daß sie mehr oder weniger leicht zu Krebszellen werden. Durch den parasitären Reiz entsteht zuerst eine präkarzinomatöse Erkrankung (*Orth, v. Hansemann, Hauser*), die später in Krebs übergeht.

Wenn wir die Rolle, welche die eben geschilderten Parasiten bei der Geschwulstbildung spielen, näher betrachten, so kann kein Zweifel sein, daß sie in dem einzelnen Falle die Ursache dazu abgegeben haben, sie sind in diesen besonderen Fällen zu Erregern des Krebses avanciert. Daraus könnte man vielleicht schließen, daß, wenn nun in diesen Beispielen ein Parasit als Krebserreger festgestellt ist, zu erwarten sei, daß auch in den anderen Fällen, wo dies bisher noch nicht geschehen ist, gleiche oder andere Lebewesen in Beziehung zur Geschwulstbildung gebracht werden können. Diese Folgerung hätte manches für sich, wenn nicht schon lange gezeigt wäre, daß

auch *ohne* Beteiligung von Lebewesen durch *anorganische Reize* Krebs entstehen könne. Bekannt ist der Krebs der Paraffinarbeiter, der Hautkrebs der Teerarbeiter, der Skrotalkrebs der Schornsteinfeger, der Blasenkrebs der Anilin-arbeiter usw. In diesen Fällen ist anzunehmen, daß die betreffenden *chemischen* Körper die Ursache für die Krebsbildung abgeben. Bekannt ist ferner die Entstehung von Krebs durch *mechanische* Reize (Schlag oder Stoß), der Lippenkrebs der Pfeifenraucher, und insbesondere auch die Krebsbildung nach Narbenbildung und nach rein *physikalischen* Reizen, nach Röntgenstrahlen. Nach meiner Ansicht sind diese Beispiele genügend, um auch eine *nichtparasitäre* Ätiologie der bösartigen Tumorbildung zu erhärten; aber die wissenschaftliche Genauigkeit verlangt festzustellen, daß die Reproduktion von Krebs durch anorganische Reize im Tierexperiment uns bisher nicht gelungen ist, auch nicht durch Röntgenstrahlen, und ferner, daß der menschliche Röntgenkrebs immer ein Kankroid ist. Auch die Geschwulstbildung, welche beim Kaninchen nach Einspritzung von Indol, Scharlachrot und anderen Anilinfarben am Ohr und anderen Lokalisationen entsteht, ist kein echter Krebs, weil die erzielten Geschwülste nicht einmal histologisch, geschweige denn biologisch Krebsgeschwülste sind; es fehlt ihnen die Malignität. Ebenso steht es um die Versuche von *Podwyssotzki*, der durch Kieselinjektionen bei Tieren Riesenzellensarkome erzeugt haben will. Nachprüfungen von *Hans Hirschfeld* in unserem Institut haben ergeben, daß es sich um Granulationsgeschwülste handelt. Bei Tieren ist demnach bisher durch anorganische Reize zwar Geschwulstbildung erzeugt worden, nicht aber eine maligne Krebskrankheit.

Wenn wir nun in der Tat die Entstehung von Krebs durch *Vermittlung* von Parasiten für durchaus erwiesen ansehen, so können wir damit nicht zugeben, daß die parasitäre Theorie von der Entstehung des Krebses in veränderter Form wieder auflebt. Es handelt sich *ganz allgemein um Reizwirkungen*, und es kann davon keine Rede sein, daß *nur* parasitäre Reize der Krebsbildung fähig sind. Der hier geschilderte Modus der Krebsentstehung durch parasitäre Reize hat vielmehr *nichts* zu tun mit jener ätiologischen Auffassung, die man als die parasitäre zu bezeichnen pflegt. Sagt doch sogar ein konsequenter Gegner der parasitären Entstehung des Krebses wie *v. Hanseman*, daß auch von Parasiten beim Menschen direkt Wucherungen ausgehen können, und nennt als Beispiel besonders die Tuberkulose und die Syphilis, möchte sie aber bei keiner anderen Form der parasitären plastischen Entzündungen zurückweisen. Diese formative Reizbarkeit der Zellen ist auch schon von *Virchow* und anderen vor ihm angenommen und vielfach erörtert worden. Es handelt sich dabei um nichts anderes als um die alte Reiztheorie, welche mit neuen Beispielen, jetzt auch mit solchen aus der Gruppe der

Lebewesen, belegt werden konnte, und welche somit auch viele von den Anhängern der parasitären Theorie vorgebrachte Tatsachen erklärt. Neu hinzugekommen ist ferner die Kenntnis jenes häufig Jahre dauernden Vorstadiums der Krebskrankheit, jener entzündlichen Veränderungen, die wir als *präkarzinomatöse* Erkrankungen durch die Arbeiten von *Orth*, *v. Hanseman*, *Marchand*, *Hausser* u. a. genauer kennen gelernt haben. Brandnarben, Pigmente, Psoriasis können die Vorkrankheit von Geschwulstentwicklung sein. Jahrzehntlang kann dieses Vorstadium bestehen. *Versé* teilte eine Beobachtung mit, welche eine Karzinombildung auf einem 50 Jahre bestehenden Ulkus des Fußes betraf, das bei einer Erfrierung im 8. Lebensjahre entstanden war und nie ganz ausheilte. *Orth* beobachtete einen Brustdrüsenkrebs, der sich im Anschluß an eine vor 20 Jahren in die Mamma eingedrungene Nadel entwickelt hatte. Jahrzehntelange Magenbeschwerden, Darmkoliken, Gallensteinkoliken und andere chronische Krankheitsprozesse gehören hierher. Aber das präkarzinomatöse Stadium kann auch ganz kurz sein, und schon innerhalb weniger Wochen kann ein Stoß gegen die Brust zu zweifelloser Geschwulstbildung führen. Im allgemeinen wird man ja gegen frühe Geschwulstbildung nach Trauma einwenden können, daß das Trauma nur die Entwicklung einer bereits bestehenden Geschwulst gefördert habe. Ich habe aber eine Frau beobachtet, bei welcher kurz nach dem Trauma die von mir vorgenommene Untersuchung die Abwesenheit einer Geschwulst ergab. Am Tage nach dem Unfall — ihr war ein Blumentopf auf die Brust gefallen — konnte ich außer einem Druckschmerz und Rötung nichts an der Brust konstatieren. Bereits nach 6 Wochen war mit Sicherheit ein haselnußgroßer, mit der Unterlage verwachsener Tumor nachzuweisen, der sich in der Folgezeit durch seinen malignen Verlauf (perforierendes Wachstum, Metastasenbildung in der Pleura) als bösartiger Tumor erwies.

Die Anhänger der parasitären Theorie haben zwar auch die Bedeutung des *Traumas* für die Krebsbildung nicht geleugnet. Sie behaupten aber, daß das Trauma nur dann zur Krebsentstehung führe, wenn der Parasit an der betroffenen Stelle sich eingenistet hätte. Das Trauma gäbe gewissermaßen den Impuls für den Parasiten ab oder schwäche die natürlichen Widerstände der Gewebe. Nun gibt es zwar solche Schutzeinrichtungen im Tierkörper gegen die Krebsentwicklung, und sie spielen sicherlich bei der spontanen Krebsentstehung eine bedeutende Rolle. Aber gerade die experimentelle Krebsforschung hat uns klar gezeigt, daß wir einerseits beim Mäusekrebs, wo wir mit Hilfe der Übertragung von Krebszellen experimentell Krebstumoren erzeugen können, hierzu gar nicht eines besonderen ektogenen Parasiten bedürfen, und daß andererseits beim Pflanzenkrebs, bei dem wir

durch in Reinkultur züchtbare Parasiten Krebs erzeugen können, die Verhältnisse ganz anders liegen als bei der Krebsgeschwulst der Tiere und des Menschen. Beim Mäusekrebs¹⁾ ist es *nur die unversehrte Krebszelle*, welche zur Geschwulstbildung befähigt ist. Schädigen wir sie durch chemische oder physikalische Eingriffe, so verliert sie die tumorigenen Eigenschaften. Mag nun allerdings auch der tierische Laboratoriumskrebs in seiner Entstehung kaum dem Spontankrebs gleichen, der fast nie oder nur ausnahmsweise der Transplantation von Tumorzellen seine Entstehung verdankt, so sehen wir doch den gleichen Vorgang der Krebsentwicklung, d. h. durch Transplantation der Krebszellen, auch beim Spontankrebs²⁾ in dessen metastatischen Tumoren. Was auch immer den Spontankrebs erzeugt haben mag, die Metastase ist nichts weiter als eine an anderer Stelle sich selbst weiterzüchtende Krebszelle. Eines besonderen Parasiten bedarf es hierbei nicht. Selbst dort, wo ein *Cysticercus* die Ursache der Muttergeschwulst war, sind die Tochtergeschwülste (Metastasen) völlig unabhängig von ihm. Sie sind lediglich entstanden durch die *nunmehr* mit parasitären Eigenschaften begabten, d. h. zu Krebszellen gewordenen Epithelzellen. Immer ist es beim menschlichen und tierischen Krebs die Krebszelle selbst, völlig losgelöst von der Ursache, der sie ihre Entstehung verdankt hat, welcher alle deletären und infektiösen Eigenschaften anhaften, durch die der Organismus vernichtet wird und die Weiterverbreitung der Tumorbildung erfolgt. Das ist im prinzipiellen Gegensatz zu jeder durch einen ektogenen Parasiten hervorgerufenen Krankheit. Bei allen diesen, d. h. allen Infektionskrankheiten, ist *nur* der Parasit das infektiöse Moment, sei es an der primären Stelle der Entwicklung, sei es an entfernterem Orte; das Tuberkel oder die Granulationsgeschwulst ohne den dazu gehörigen Erreger vermag nichts Gleichartiges zu produzieren. — *Ganz anders die Krebszelle.* Sie ist anfangs das Produkt der zur Krebsbildung führenden Veränderungen, später aber selbst Erzeugerin von Krebsgeschwülsten; ja, ist sie einmal entstanden, so kommt nichts anderes mehr für die Fortentwicklung der Krankheit in Betracht.

Die Tatsache, daß nur die *unversehrte Krebszelle*, und zwar, wie Ribbert sagt, aus sich heraus Tumoren in einem anderen Tiere erzeugt, gilt allerdings *nicht* für alle malignen Tumorarten. Bei den Hühnersarkomen von *Peyton-Rous* und *Murphy* wird die Sarkombildung nicht bloß durch die unversehrten Sarkomzellen des Tumors in einem neuen Tier hervorgerufen, sondern auch durch das *getrocknete, nicht mehr lebende Zellen enthaltende Tumorgewebe*. Ein solches von mor-

phologischen Zellen freies, getrocknetes Pulver verursacht ebenfalls Sarkome, aber es entstehen hierbei die Tumoren aus *den* Bindegewebszellen, in welche der tumorigene Pulverbrei hineingespritzt wurde. Wie sehr es sich hier um eine, wenn auch *spezifische*, Reizwirkung auf die Zellen des geimpften Tieres handelt, geht daraus hervor, daß gesundes Bindegewebe fast gar nicht, aber durch Kieselgurinjektionen gereiztes in hohem Grade zur Geschwulstbildung angeregt wird. Da das neoplastische Agens auch filtrierbar ist, z. B. durch Kieselgur, und sich nicht sichtbar machen und auch nicht züchten ließ, so hat man von einem *unsichtbaren lebenden Virus* gesprochen, das so klein ist, daß es auch durch Ton- und Kieselgurfilter hindurchgeht. Dabei ist die Annahme eines lebenden Virus möglich, aber nicht unbedingt nötig. Es könnte sich ebensogut um ein von der Sarkomzelle abgesondertes *neoplastisches Ferment* handeln, welches das in Wucherung begriffene, d. h. durch Kieselgur gereizte Bindegewebe in die Bahn der Sarkombildung lenkt. Daß von tierischen Zellen solche Reizwirkungen auf Bindegewebszellen des geimpften Tiers ausgeübt werden können, das zeigt ja die gelegentlich beobachtete *Umwandlung des Karzinoms in Sarkom* bei den Transplantationen von Mäusekrebs, die nicht etwa so zu denken ist, daß die Karzinomzellen sich in Sarkomzellen umwandeln, sondern, daß die Karzinomzellen auf das Bindegewebe einen *neoplastischen Reiz ausüben*. Auch bei den Magentumoren der Ratten nahm *Fibiger* an, daß die Nematoden durch ein Gift, das sie in die Magenschleimhaut absondern, einen solchen Reiz erzeugen. Wenn auch bei den *Peyton-Rousschen* Hühnersarkomen die parasitäre Ätiologie der Wahrscheinlichkeit nicht entbehrt, so sind doch die Metastasenbildungen sicherlich nicht als direkte Lebensäußerungen des Parasiten, sondern als Fortpflanzungen von Sarkomzellen des primären Tumors anzusehen, und wir hätten hier — immer die Richtigkeit der parasitären Ätiologie vorausgesetzt — primäre Tumorentstehung durch Parasit und Metastasenbildung durch selbständige weitere Entwicklung der Sarkomzellen. Es ist also bisher beim Menschen- und Tierkrebs kein Beispiel dafür bekannt, daß *die Metastasen auf andere Weise entstehen als durch Fortpflanzungen der Zellen des Primärtumors, ganz gleich, ob der primäre Tumor durch parasitäre oder nicht parasitäre Reize zur Entstehung kam*.

Anders ist es beim *Pflanzenkrebs*, welcher sich nicht nur in lebenden Pflanzen, sondern, wie *Werner Magnus* gezeigt hat, auch auf Rübenscheiben hervorbringen läßt. Der Pflanzenkrebs ist prinzipiell vom Tierkrebs dadurch unterschieden, daß die Metastasen *nicht einfach abgesprengte Tochtergeschwülste der Primärgeschwulst* sind, sondern daß durch die Gefäße verschleppte Bazillen sich an anderer Stelle entwickeln und dort ebenfalls ihre Krebs erzeugende Tätigkeit verursachen. Es wächst also hier die Krebsgeschwulst

¹⁾ Die bösartigen Geschwülste bei anderen Tierarten verhalten sich meist analog. Über Ausnahmen wird nachher besonders berichtet.

²⁾ Abkürzung für spontan entstandene Krebsgeschwulst.

nicht oder nicht nur aus sich heraus, sondern es findet eine Infektion auch entfernter Zellen durch den Bazillus statt. Der metastatische Pflanzenkrebs ist also das Resultat einer Metastasierung des *Bacillus tumefaciens*, und es ist bisher nicht bewiesen, daß Tumorzellen, welche keine Bazillen enthalten, transplantabel sind, d. h. zur Weiterentwicklung der Geschwulst Veranlassung geben könnten. Es ist also beim Pflanzenkrebs zwischen Geschwulst und Erreger dasselbe Verhältnis wie bei den Granulationsgeschwülsten bzw. der Tuberkulose, wo der Erreger jedesmal zur Entstehung einer neuen Geschwulst nötig ist.

von dem Pflanzenkrebs und von allen tierischen Infektionskrankheiten, daß die Geschwülste, unabhängig von der sie erzeugenden Ursache, aus sich selbst heraus weiter wachsen, d. h. Fortpflanzungen der ersten Krebszelle sind. Diese spielt eine durchaus selbständige Rolle für die weitere Entwicklung der Krebsgeschwulst. Als Ursache der ersten Krebszelle können allerdings Parasiten in Frage kommen, sei es, daß diese direkt wie bei den Peyton-Rousschen Sarkomen Tumoren auf die Bindegewebszellen wirken, falls es sich hier wirklich um einen Parasiten handeln sollte, oder indirekt, indem sie eine Entzündung hervor-



a Geschwulst auf einer Mohrrübe, b und c Geschwulst an einer Zuckerrübe, erzeugt durch den *Bacillus tumefaciens*.

Fassen wir nun das Gesagte zusammen, so ergibt sich, daß Geschwulstbildung im Pflanzen- und Tierreich, welche histologisch der Krebsbildung gleicht, durch parasitäre Einflüsse vorkommt. Zweifellos können Parasiten im Tier- und Pflanzenreich Krebserreger sein. Aber beim Pflanzenkrebs, wo ein bestimmter Parasit, z. B. der *Bacillus tumefaciens*, in Betracht kommt, handelt es sich um eine *echte* Parasitenkrankheit mit allen Merkmalen derselben, welche in analoger Weise verläuft wie die tierischen Infektionskrankheiten. Ob dieser Modus aber bei dem tierischen Krebs überhaupt vorkommt, ist durchaus zweifelhaft. Die bisher bekannt gewordenen Krebsgeschwülste beim Tier unterscheiden sich dadurch

rufen, welche zur Krebsbildung führt. Dieses aber spricht nicht dafür, daß der Spontankrebs etwa *nur* parasitären Reizen seine Entstehung verdankt. Es ist durchaus anzunehmen, daß auch ohne Beteiligung von Lebewesen durch chemische und physikalische Reize ein mehr oder weniger chronisch-entzündlicher Prozeß sich entwickelt, der die Krebsentwicklung zur Folge hat.

Überblicken wir das Dargelegte, so hat der alte ätiologische Streit keineswegs mit einem Sieg der parasitären Richtung geendet. Deshalb, wie es anscheinend manche tun, den Schluß zu ziehen, daß wir immer noch nichts von der Entstehung des Krebses wissen, ist völlig unrichtig.

Wir haben im Gegenteil eine *Vielheit* der Ursachen sowohl organischer (Lebewesen) wie anorganischer Natur kennen gelernt, und wenn dadurch die Voraussetzung, daß das ätiologische Problem sich auf *eine* bestimmte Formel zurückführen lasse, sich als unrichtig erwiesen hat, so ist auch diese Erkenntnis ein Fortschritt.

Das Eigenartige des Krebsproblems beruht darin, daß wir eine Krankheit vor uns haben, die, ohne daß sie durch einen ektogenen Parasiten hervorgerufen und in ihrer Entwicklung gefördert zu sein braucht, dennoch durchaus in ihrem Verlauf sich wie eine parasitäre Krankheit verhält, denn das Wesen der Metastasenbildung, die mitgeteilten Tatsachen über die Transplantation von Krebsgeschwülsten bei Tieren usw. führen dazu, *die Krebszelle als ein selbständiges Lebewesen, gewissermaßen als einen Parasiten* anzusehen, der, wenn die Krebsgeschwulst einmal entstanden ist, in dem erkrankten Organismus die gleiche Rolle spielt wie der spezifische Erreger im Verlauf einer Infektionskrankheit. Die moderne Krebsforschung am Tier, welche durch *Jensen* eingeleitet wurde, hat diesem Gedanken seine experimentelle Grundlage gegeben. Es hat sich gezeigt, daß auch die Gesetze der Immunität und Immunisierung, welche aus der Bakteriologie abgeleitet wurden, bis zu einem gewissen Grade gegenüber den Krebszellen Geltung haben. Ein Tier, welches mit nicht mehr virulenten Krebszellen vorbehandelt wurde, ist immun gegen eine Nachimpfung mit virulentem Material, und im Blutserum solcher Tiere entstehen Stoffe, welche, in einen neuen Organismus übertragen, das Angen der Krebszellen im Tierexperiment hindern und bei Tieren, welche mit Tumoren behaftet sind, diese zum Rückgang bringen. Analog wirken auch gelegentlich Einspritzungen von abgeschwächten Tumormassen, was der Vaccinetherapie bei Infektionskrankheiten durchaus gleicht. Die Krebszelle verhält sich somit auch nach den Gesetzen der bakteriologischen Immunitätslehre wie ein Parasit, und es kommen ihr entsprechende infektiöse Eigenschaften zu. Abgesehen davon, daß man die Metastasenbildung als eine Selbstinfektion mit Krebszellen auffassen kann, ist es auch denkbar, daß direkt durch Übertragung von Krebszellen Krebs entsteht. Tatsachen hierfür sind beim Tierkrebs beigebracht worden. Das Hineinbringen von gesunden Mäusen in einen Käfig mit kranken Mäusen hatte bei gesunden Tieren nicht selten Entwicklung von Krebs zur Folge. Die Erklärung für die Ansteckung bei Mäusen kann wohl so gegeben werden, daß die Krebsgeschwülste auch bei den Mäusen die Haut durchbrechen und offen zutage treten; reiben sich dann gesunde Mäuse gegen solche Geschwülste, so können auf diese Weise Krebszellen übertragen werden. Allerdings ist dabei auffallend, daß die meisten bisher beobachteten Mäusekarzinome solche der Brustdrüse waren. Man muß also annehmen, daß vorzugsweise die Brustdrüse für das Haften der

Krebszellen disponiert ist und nur jene Mäuse Krebs bekommen, die sich an der Brustdrüse infizieren.

Sicherer ist hierbei eine andere Art der Infektion, nämlich die Übertragung von Krebszellen durch *Zwischenwirte* von Tier zu Tier. *Borrel* u. a. haben festgestellt, daß, je schmutziger die Käfige sind, in denen Tumormäuse mit anderen gehalten werden, desto leichter Ansteckungen vorkommen. Säubert man die Käfige regelmäßig, so bleiben die Ansteckungen aus. Es zeigte sich nämlich, daß in den schmutzigen Käfigen sich Wanzen ansammelten, die sich an den Krebsgeschwülsten vollsogen und mit dem Stich die Krebszellen auf gesunde Tiere übertrugen (*Morau*). Diese Experimente machen die Möglichkeit einer gelegentlichen spontanen Übertragung der bösartigen Geschwülste nicht unwahrscheinlich. Und wenn daher nicht geleugnet werden soll, daß beim Menschen eine solche Ansteckung einmal vorkommen kann, so muß doch gesagt werden, daß sie sicherlich nicht häufig oder gar die Regel ist. Gegen eine häufigere Ansteckung beim Menschen spricht schon die Tatsache, daß immer solche Geschwülste primär entstehen, welche dem Epithel des Organs entsprechen, in dem sie entstanden sind, während bei einer Übertragung von Krebszellen sich die Tumorart entwickeln müßte, welche übertragen wurde.

Als *Jensen* im Jahre 1901 durch seine Übertragungsversuche von Krebsgeschwülsten von Maus zu Maus die Ära der experimentellen Krebsforschung am Tier einleitete, hoffte man, der Lösung des Krebsproblems nahe zu kommen. Viele neue Tatsachen sind seitdem am Tierkrebs gefunden, die ein Licht auch in die menschliche Pathologie der Krebskrankheit zu werfen scheinen; auch wir haben uns vielfach bei unseren Auseinandersetzungen der Beobachtungen beim Tierkrebs bedient, wie ich glaube, mit Recht. Trotzdem bedarf es der Erörterung, inwieweit dies gestattet ist.

Es kann kein Zweifel sein, daß die bösartigen Tumoren bei Tieren, insbesondere bei Mäusen und Ratten, verglichen mit den menschlichen, relativ gutartig verlaufen. Der Tierkrebs zeigt nur ein geringes infiltratives Wachstum und neigt nur wenig zur Metastasenbildung. Ferner gibt es zweifellos maligne Tumoren beim Tier, die, wenn sie noch keine erhebliche Größe erreicht haben, spontan wieder zurückgehen. Trotzdem finden wir alle die Merkmale, welche die Bösartigkeit beim menschlichen Tumor ausmachen, auch beim Tier ausgeprägt, und die Art des Verlaufs der tierischen Krebskrankheit ist eine ähnliche wie beim Menschen. Wir sind demnach wohl berechtigt, die Erfahrungen, welche wir beim Tierkrebs gemacht haben, für die menschliche Pathologie mit heranzuziehen. Natürlich dürfen wir es an der nötigen Vorsicht bei den Schlußfolgerungen nicht fehlen lassen.

Die bisher geschilderten Anschauungen von der Entstehung des Krebses beruhen auf der Voraussetzung, daß die *Krebszelle* aus einer *Epithelzelle* erst durch eine spezifische Umwandlung entstanden ist; es muß aber erwähnt werden, daß viele Forscher von einer solchen Umwandlung nichts wissen wollen oder sie wenigstens für nebensächlich halten. Danach hätte die Epithelzelle als Krebszelle gar nicht wesentlich neue Eigenschaften erworben, sondern sie soll nur, durch die Schädigung des sie im Verband haltenden Bindegewebes von jeder Hemmung befreit, die ihr angeborenen Fähigkeiten des unbeschränkten Wachstums usw. entfalten können. Diese Ansicht vergleicht die Krebszelle mit wilden Tieren, welche, solange sie im Käfig eingeschlossen sind, ihre bösartigen Eigenschaften nicht zur Geltung bringen können, wenn der Käfig aber durchbrochen ist, ihre Gefährlichkeit zutage treten lassen. Auf diesem Boden steht auch die alte Cohnheimsche Theorie, wonach die Krebszellen versprengte zurückgebliebene embryonale Zellen sind, die aus unbekannter Ursache sich plötzlich auf ihre alte Wachstums- und Fortpflanzungstätigkeit besinnen.

Die Cohnheimsche Theorie konnte sich besonders darauf stützen, daß einzelne maligne Tumorarten zweifellos aus embryonalen Zellen sich entwickeln. So richtig dies ist, so hat doch gerade die experimentelle Krebsforschung am Tier gezeigt, daß die Krebszelle nicht einfach eine embryonale Zelle ohne wesentlich neue biologische Eigenschaften sein kann. Denn in zahlreichen Versuchen bei verschiedenen Tumorarten ließ sich feststellen, daß die bösartigen Tumoren von Tier zu Tier gleicher Gattung transplantabel sind, daß sie die unbegrenzte Fähigkeit zur Entwicklung von Krebsgeschwulst und -krankheit *in sich* tragen, während alle diese Eigenschaften bei den embryonalen Zellen nicht vorhanden sind. Die Tierexperimente der Krebsübertragung beweisen einwandfrei, daß auch die Krebszelle, wenn sie wirklich aus einer embryonalen Zelle entstanden sein sollte, erst eine spezifische Umwandlung erfahren haben muß, durch die sie die für die Krebszelle prinzipielle Eigenschaft der malignen Tumorbildung erwirbt. Ferner läßt sich durch die Transplantationsversuche mit Krebsgewebe am Tier beweisen, daß nicht der Zustand des implantierten Tieres bei den meisten tierischen Tumoren (Mäusen und Ratten) für das Angehen der übertragenen Tumorzellen maßgebend ist, sondern die Fähigkeit der Krebsentwicklung (Schnelligkeit und Intensität) hängt ab von der Biologie der übertragenen Tumorzellen selbst. Zwar besitzt der Organismus Abwehreinstellungen gegen die natürliche Krebsentstehung, aber diese sind innerhalb einer Tiergattung nicht in höherem Maße entscheidend für die Krebsentwicklung, wie bei der parasitären Infektion die den Geweben von Natur innewohnenden analogen Eigenschaften.

Besprechungen.

Tornquist, A., Geologie. I. Teil. Allgemeine Geologie. XII, 564 S. und 235 Abbildungen im Text. Leipzig, W. Engelmann, 1916. Preis geh. M. 27,—, geb. M. 30,—.

In den wenigen Dezennien, die seit dem ersten Erscheinen der bekanntesten deutschen Lehrbücher der Geologie von *E. Kayser* und *H. Credner* verstrichen sind, hat die Geologie in allen ihren Zweigen Erstaunliches geleistet. In den neuen Auflagen, die diese ausgezeichneten Werke in rascher Aufeinanderfolge erlebt haben, wurde auch den neuen Ergebnissen in einer vorbildlichen Weise Rechnung getragen, aber gleichwohl kommen die erzielten Fortschritte nicht in der scharfen Weise zum Ausdruck wie in dem vorliegenden Tornquistschen Buche, das aus einem Guß entstanden, das moderne Gepräge auf allen Seiten erkennen läßt und daher eine willkommene Ergänzung zu den genannten älteren Lehrbüchern bildet. Die Anordnung des Stoffes darf als eine geschickte und den neuen Grundlagen durchaus entsprechende bezeichnet werden. So sehen wir z. B. das Kapitel über die Entstehung der Landschaftsformen des Erdkörpers an den Schluß des Ganzen gestellt, da das Verständnis der Relief- und Umrißformen auf der Kenntnis der vielen geodynamischen Kräfte beruht, aus deren Wechselwirkung diese Formen hervorgegangen sind. Ein ebenso glücklicher Gedanke war es, die Erörterungen über die Aufzeichnung, Deutung und Fortpflanzung der Erdbebenwellen aus dem eigentlichen Kapitel der Erdbeben auszuscheiden und in den geophysikalischen Abschnitt aufzunehmen. Die biologischen Grundlagen der Geologie werden in einem besonderen Abschnitte umfassender und methodischer behandelt als das bisher geschah. Alle Kapitel sind in klarer, flüssiger Sprache geschrieben. Bei einigen erreicht die Durcharbeitung und Behandlung des Stoffes allerdings nicht denjenigen Grad der Vollkommenheit, der den meisten eigen ist. So möge z. B. zu dem Kapitel „Das Erdöl“ bemerkt werden: Die Ansicht, daß Erdöl ein Destillationsprodukt aus Steinkohlenflözen darstellt, dürfte heute nur noch von wenigen Geologen geteilt werden. Die Öllagerstätten der Sundainseln sind vorwiegend Miozän und nicht Oligozän. Es gibt zweifellos eine größere Zahl von primären Öllagerstätten. Die treibende Kraft der Ölspringbrunnen ist in den meisten Fällen nicht in dem hydrostatischen Überdruck, sondern in dem Überdruck des absorbierten Gases zu suchen. In anderen Abschnitten sind manche elementare Dinge in einer Ausführlichkeit dargestellt, die man in einem Buche, das auch der fortgeschrittene Geologe mit großem Nutzen und Vergnügen studiert, schwerlich suchen und daher auch gerne vermissen wird, z. B. das Streichen und Fallen einer Schichtenfolge. Es wäre ferner zu begrüßen, wenn in einer Neuauflage, die die Tornquistsche Geologie hoffentlich bald erleben wird, oder zum Teil schon in dem noch folgenden zweiten Bande die nicht seltenen Ungenauigkeiten und Druckfehler möglichst berichtigt würden, die den Wert des sehr zu empfehlenden Werkes zwar nicht schmälern können, aber doch oft recht störend wirken. Es mögen hiervon nur einige wenige herausgegriffen werden: die allzu kurze Definition von Pegmatit, die Definition von Mergel, die chemische Definition von Beauxit. Der Name des Flusses, an dem *Koorders* auf Sumatra ein tropisches Flachmoor entdeckte, heißt nicht Kaupar, sondern Kampar. Auf S. 330 steht „Wasserstoff“ statt „Wasserdampf“, auf S. 507 „Radiolite“ statt „Radiolarite“. Bei der

ausführlichen Besprechung der Verbreitung der Radio-larite verdiente auch das weitaus ausgestreckteste Vorkommen auf der Erde, das wir bis jetzt kennen, nämlich Borneo, eine Erwähnung. Die Geysire auf Neuseeland sind keineswegs erloschen. *J. Wanner, Bonn.*

Ule, Willi, Grundriß der Allgemeinen Erdkunde. Zweite vermehrte Auflage. VIII, 488 S. und 114 Abbildungen im Text. Leipzig, S. Hirzel, 1915. Preis geh. M. 11,20, geb. M. 12,50.

Die geographische Wissenschaft besitzt in dem ersten Bande des Lehrbuchs der Geographie von *Hermann Wagner* eine Bearbeitung des Gesamtgebietes der allgemeinen Geographie von so anerkannter Zuverlässigkeit und Beliebtheit, daß es ein kühnes Unterfangen zu sein scheint, das gleiche Wissensgebiet in abgekürzter Form darzustellen. Wer jedoch die Nöte des geographischen Hochschulunterrichts praktisch kennen gelernt hat, der wird die Notwendigkeit eines weniger umfangreichen Lehrbuchs nicht wohl bestreiten können, das dem Freunde der Erdkunde, dem Studierenden und dem Lehrer, in leichtverständlicher Form die Grundlagen der geographischen Wissenschaft und die wichtigsten Ergebnisse der Forschung auf dem Gebiete der allgemeinen Erdkunde vermittelt. Die vielseitigen und so überaus interessanten Beziehungen der allgemeinen Geographie zu zahlreichen Nachbar- und Hilfswissenschaften, vor allem die breiten Übergangsgebiete zur Astronomie, Geodäsie, Geophysik, Meteorologie, Geologie, Pflanzenkunde, Tierkunde, Ethnologie und Volkswirtschaftslehre wirken zwar auf empfängliche Naturen entschieden anziehend, ja gelegentlich geradezu begeisternd ein; aber es läßt sich doch auch nicht verkennen, daß gar mancher ernst strebende und pflichtbewußte Student im Anfang vor der Fülle des zu bewältigenden Materials zurückschreckt und es sich nicht zutraut, aus der oft verwirrenden Mannigfaltigkeit des Stoffes das Wichtigste und Notwendige herauszufinden.

Dieser Aufgabe hat sich nun der Verfasser des vorliegenden Grundrisses unterzogen. In allgemeinverständlicher und angenehm lesbarer Form gibt er eine übersichtliche Darstellung der einzelnen Teilgebiete, unter Berücksichtigung der neuesten Forschungsergebnisse.

In dem mathematisch-astronomischen Abschnitt wird die Erde als Weltkörper und die Darstellung der Erdoberfläche auf Karten behandelt. Die physische Erdkunde wird eingeleitet durch eine Würdigung der allgemeinen physikalischen Eigenschaften des gesamten Erdkörpers, wie Schwere und Erdmagnetismus, an die sich eine Betrachtung des Landes schließt, welche Erdgeschichte, Umgestaltung der Erdoberfläche durch endogene (Vulkanismus, Erdbeben) und exogene Kräfte (Verwitterung, Erosion), horizontale und vertikale Gliederung des Landes und die Gewässer des Festlandes (Quellen, Flüsse, Seen, Gletscher) umfaßt. Dann folgt die Meereskunde, die sowohl die Größe und Gliederung der Meeresräume als auch deren Inhalt, das Meerwasser, sowie dessen chemische und physikalische Beschaffenheit und verschiedenartige Bewegungsformen (Wellen, Strömungen, Gezeiten) berücksichtigt. Den Beschluß der physischen Erdkunde bildet die Betrachtung der Lufthülle unserer Erde (Temperatur, Luftdruck, Wind, Feuchtigkeit, Niederschläge) und eine Darstellung der Klimakunde. In dem letzten Abschnitt, der biologischen Erdkunde, werden die

Lebensbedingungen und die geographische Verbreitung von Pflanzen und Tieren behandelt, und schließlich ein ausführlicher Überblick über das Gesamtgebiet der Anthropogeographie gegeben. Nicht nur die verschiedenartigen geographischen Einwirkungen auf den Menschen und seine Verbreitung, sondern auch die Beeinflussung und Umgestaltung der geographischen Verhältnisse durch den Menschen werden eingehend erörtert. Nach einer Schilderung der Rassen und Völker, ihrer Kultur und Religion folgt eine Darstellung der Wirtschaftsformen (Ackerbau, Viehzucht, Gewerbe, Industrie, Handel), der Verkehrs-, Siedlungs- und politischen Geographie.

Stets hat sich der Verfasser bemüht, aus diesem weiten Gebiet nur das Wissenswerteste zu bringen und auch in seinen Angaben über die einschlägige Literatur am Schlusse eines jeden Kapitels nur die wichtigsten, für die weitere Belehrung notwendigen Bücher aufzuführen, so daß der Leser nicht durch die Fülle des Dargebotenen verwirrt wird. Wohl dürfte der Spezialforscher hier und da die Empfindung haben, als sei gerade auf seinem Gebiet eine ausführlichere Darstellung oder eine mehr in die Tiefe gehende Erörterung der Probleme angebracht gewesen. Aber wenn der Verfasser solchen Erwägungen Raum gegeben hätte, so wäre ein umfangreiches Lehrbuch entstanden, für das, wie eingangs angedeutet, eine Notwendigkeit nicht vorliegt. Jedenfalls merkt man dem Autor überall die gründliche Beherrschung des Stoffes und seine jahrzehntelange Erfahrung als Universitätslehrer an, welche ihn befähigt, den Bedürfnissen der Studierenden und der für die Prüfung arbeitenden Kandidaten in erster Linie entgegenzukommen. Anerkennenswert ist auch das ausführliche, 52 Seiten umfassende, sorgfältig durchgearbeitete Register, das die Benutzung des Buches als Nachschlagewerk wesentlich erleichtert. Zu loben ist schließlich der klare Druck und der große Zeilenabstand, Vorteile, welche die Lesbarkeit des Werkes außerordentlich erhöhen.

O. Baschin, Berlin.

Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. II, Lieferung 7—9. Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1915—16. Preis je M. 6,50.

Mit der sechsten Lieferung des zweiten Bandes des Werkes hatte die Besprechung der Silikate dreiwertiger Metalle begonnen. In den neuen Lieferungen 7—9 wird diese fortgesetzt. Namentlich erfahren darin eine Anzahl der wichtigsten gesteinsbildenden Mineralien ihre eingehende Behandlung. Lieferung 7 bringt zunächst Wismut- und Uransilikate, ferner Silikate der seltenen Erden. Dann beginnt ein neuer größerer Abschnitt: „Komplexe Silikate von Aluminium (Eisen) mit einwertigen Alkalimetallen“. Von wichtigen Mineralien werden hier abgehandelt die Nephelin-Sodalith-Gruppe, dann in Lieferung 8 die alkalihaltigen Glieder der Pyroxen- und Amphibolgruppe, Glimmer und Feldspatminerale, Analcim, Leucit u. a. Aus Lieferung 9 seien besonders erwähnt die Abschnitte „Bildung der Feldspate aus wässrigen Lösungen bei hohem Druck“ von *E. Baur* sowie „Chemisch-technische Verwertung des Kalifeldspats“ von *L. Jesser*. Schließlich werden in dieser Lieferung die Beryllium- und Magnesium-Aluminium-Silikate behandelt, unter letzteren wieder eine Anzahl wichtiger Mineralien, z. B. die Chloritgruppe. Bezüglich Stoffanordnung und Ausstattung des Werkes gilt das in früheren Besprechungen darüber Gesagte.

J. Uhlig, Bonn.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
DEC 4 1916

Heft 30.

28. Juli 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Das große Gullstrandsche Ophthalmoskop, ein Instrument zur reflexlosen Untersuchung des Augenhintergrundes. Von *Dr. O. Henker, Jena.* S. 433.

Die mathematische Behandlung der Ernährungsfragen. Von *Dr. P. Riebesell, Hamburg.* S. 439.

Die Berührungsempfindlichkeit der Pflanzen. Von *Dr. P. Stark, Leipzig.* S. 443.

Technische Mitteilungen:

Einfluß der Luftverdünnung auf die Treffweite großer Geschütze. Das Verhältnis des Radiums zum Uran. Physikalische Eigenschaften des Kobaltmetalles. Durch Farbanstriche des Eisens seine elektrolytische Zersetzung zu verhindern. Vernicklung von Aluminiummetall. S. 447—448.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. S. 448.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zeitschrift für Instrumentenkunde, Mai 1916. S. 450.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 9, 10 und 11. S. 450.

Meteorologische Zeitschrift, Mai 1916. S. 451.

Bureau of Standards, 1915. S. 451.

United States Geological Survey, 1915. S. 452.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Der Kapitalzins

Kritische Studien

Von

Dr. Emil Sax

o. ö. Professor der politischen Oekonomie

Preis M. 6.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Max Eyth

Ein kurzgefaßtes Lebensbild mit kurzen Auszügen aus seinen Schriften

von

Dipl.-Ing. Carl Weihe,

Frankfurt a. M.

nebst Neudruck von „M. Eyth, Wort und Werkzeug“

Preis gebunden M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Deutsche Philosophie

Ein Lesebuch

herausgegeben von

Dr. Paul Przygodda

Zweiter Band

(Von J. G. Fichte bis E. v. Hartmann)

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 10.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Das große Gullstrandsche Ophthalmoskop, ein Instrument zur reflexlosen Untersuchung des Augenhintergrundes.

Von Dr. O. Henker, Jena.

Die Untersuchung des Augenhintergrundes gehört unstreitig zu den Prüfungen, die der Augenarzt am häufigsten vornimmt, da sie ihm eine außerordentlich große Zahl von Anhaltspunkten für die richtige Erkennung einer Augenkrankheit gewährt; ja auch verschiedene andere Erkrankungen des Körpers lassen sich mit Sicherheit aus dem Aussehen der Netzhaut feststellen. Sie läßt sich natürlich nur durch die Pupille des Patienten Auges hindurch beobachten. Da aber der Augenhintergrund nicht selbstleuchtend ist, so muß während der Betrachtung durch dieses Blendloch auch noch das dafür nötige Licht in das Augennere gelangen können. Daher ist es von vornherein verständlich, daß die Ausführung dieser Untersuchung nicht ganz einfach sein kann. Zwei Methoden werden seit der Erfindung des Augenspiegels durch *Helmholtz* hauptsächlich vom Augenarzt angewendet, nämlich die Untersuchung oder, wie man häufig sagt, die Spiegelung im aufrechten und im umgekehrten Bilde, die, wie leicht erklärlich, ihre Namen dadurch erhalten haben, daß dem Arzt einmal ein aufrechtes, das andere Mal ein umgekehrtes Bild der Netzhaut dargeboten wird. Den Strahlengang bei der Untersuchung im aufrechten Bild stellt die Fig. 1 schematisch dar. Dabei bedeutet *L* eine Lichtquelle, beispielsweise eine matte Glühlampe. Der Spiegel *S* reflektiert das Licht der Lichtquelle in das Patientenauge *A₁*. Dadurch wird die Lichtquelle *L* scheinbar nach *L'* verlegt, so daß das Licht in derselben Richtung einfällt, in der das Auge des Arztes *A₂* blickt. Handelt es sich um ein normalsichtiges, akkommodationsloses Patientenauge, so wird von ihm ein Bild der Lichtquelle hinter der Netzhaut *N₁* in *L''* entworfen und so ein Teil von ihr beleuchtet. Die dadurch leuchtend gewordenen Gefäße der Netzhaut können dann vom Arzt wahrgenommen werden, wenn entweder der Spiegel *S* aus einer unversilberten Glasplatte besteht, oder wenn in seiner Mitte eine Bohrung vorhanden ist, falls es sich um einen belegten Spiegel handelt. Die zuletzt erwähnte Spiegelart wird fast ausschließlich angewendet, weil durch sie ein viel größerer Teil des auffallenden Lichtes reflektiert wird. Ist auch das Auge des Arztes normalsichtig, so daß es also in Akkommodationsruhe weit entfernte Gegenstände deutlich wahrnehmen kann, so ist es in diesem Zustande fähig, den Augenhintergrund des Patienten Auges deutlich zu erkennen, denn die

Netzhaut des normalsichtigen, akkommodationslosen Patienten Auges wird ja von seinem optischen System in weiter Ferne abgebildet. Die von einem Punkte der Netzhaut ausgehenden divergenten Strahlen verlassen also das Patientenauge als ein Parallelstrahlenbüschel, treten als solches in das Auge des Arztes ein und erzeugen ein deutliches Bild auf dessen Netzhaut *N₂*. Das optische System des Patienten Auges wird also hier gerade so benutzt wie eine Lupe; es muß also auch ein aufrechtes, vergrößertes Bild vom Augenhintergrund liefern. Da die Vergrößerung einer Lupe von der Brennweite abhängt und üblicherweise auf die deutliche Sehweite von 25 cm bezogen wird, so erhält man hier eine Vergrößerung $V = \frac{250}{17} = 14,7$, wenn man die Brennweite des Auges zu 17 mm

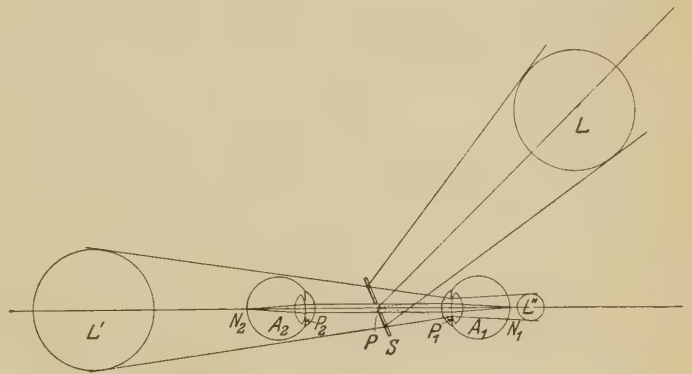


Fig. 1. Der schematische Strahlengang bei der Spiegelung des Auges im aufrechten Bilde.

annimmt. Die Vergrößerung ist also bei dieser Untersuchungsmethode recht beträchtlich. Deshalb kann man Einzelheiten des Augenhintergrundes sehr gut erkennen. Dieser Vorteil muß aber wie bei jedem optischen Instrument durch gewisse Nachteile bezahlt werden. Der Nachteil dieser Methode besteht zunächst in einem kleinen Gesichtsfeld.

Bei jedem abbildenden System unterscheidet man den Objektraum vom Bildraum, die einander durch die bilderzeugenden Strahlen eindeutig zugeordnet sind. In beiden Räumen sind meistens mehrere, die Strahlenbüschel begrenzende Öffnungen oder Blenden vorhanden, von denen die kleinste die Weite der Strahlenbüschel bestimmt. Diese Blende heißt im Objektraum die Eintrittspupille, im Bildraum die Austrittspupille. Außer diesen Blenden ist in jedem Raum noch eine solche Blende vorhanden, die die Größe des Gesichtsfeldes bestimmt. Diese zwei wirksamen Blenden, die Pupille und die Gesichtsfeldblende, begrenzen den Raum, in dem sämtliche das optische System

durchlaufende Strahlen enthalten sein müssen. Da beide Blenden stets zentriert zur optischen Achse des Systems angenommen werden können und so gut wie immer eine kreisrunde Form haben, so hat der sämtliche Strahlen enthaltende Raum die Gestalt eines Doppelkegels oder zweier aneinander gesetzter Kegelstumpfe. Man nennt ihn nach *Gullstrand* den Strahlenraum. Ein Schnitt eines Strahlenraumes ist in Fig. 2 dargestellt. Diese kleine theoretische Erläuterung war nötig, weil wir die dabei eingeführten Begriffe bei unseren weiteren Betrachtungen noch öfters brauchen werden.

Bei der eben beschriebenen Methode der Augenspiegelung im aufrechten Bild ist die Öffnung des Spiegels die Austrittspupille und die Pupille des Patienten Auges die Gesichtsfeldblende. Der Gesichtsfeldwinkel wird also eingeschlossen durch die in Fig. 1 punktiert gezeichneten Linien, die von der Mitte des Spiegelochs *P* nach dem Rande der Pupille *P*₁ hinzielen. Das Spiegelloch *P* hat meistens einen Durchmesser von 2–3 mm, ist also sicher kleiner als die Pupille *P*₁ des Patienten, die deshalb meist ziemlich weit ist, weil man die Untersuchung immer in dunklen Räumen ausführt und nicht zu grelle Lichtquellen verwendet. Die Pupille des Patienten Auges verengt sich etwas, wenn gerade der mittelste, empfindlichste Teil der Netzhaut, die Netzhautgrube oder der gelbe Fleck, beleuchtet wird. Für den Arzt am wichtigsten ist meist die Untersuchung der Papille oder des blinden Fleckes, der für Licht unempfindlichen Stelle. Das ist der Ort der Netzhaut, an dem

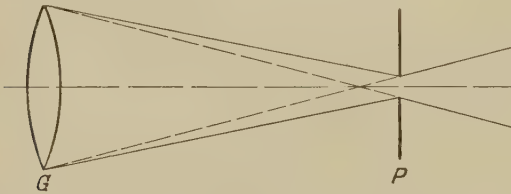


Fig. 2. Darstellung eines Strahlenraumes im Schnitt. *G* ist die Gesichtsfeldblende, *P* ist die Pupille.

der Sehnerv und die Blutgefäße eintreten (Fig. 3). Die durch das Spiegelloch *P* hindurchgehenden Strahlen finden sicherlich keine Beschränkung in der Pupille des Arztes, und da sich sein Auge hinter dem Spiegeloch bewegen kann, so führt es sicher keine Gesichtsfeldbeschränkung herbei. Bei der relativen Kleinheit der Patientenpupille kann natürlich das Gesichtsfeld nicht groß sein. Es wird um so größer, je mehr der Arzt den Spiegel dem Patientenauge nähert; natürlich muß der Spiegel noch vom Licht der Lampe getroffen werden können. Dabei muß der Beobachter sein Auge unmittelbar hinter den Spiegel halten. Die nötige außerordentliche Annäherung bedingt, daß der Arzt das rechte Patientenauge mit seinem rechten, das linke Patientenauge mit seinem linken Auge untersuchen muß.

In mancher Hinsicht ist es deshalb bequemer,

die Untersuchung des Augenhintergrundes im umgekehrten Bild auszuführen. Dazu ist außer einem durchbohrten Spiegel noch eine Sammellinse notwendig. Fig. 4 stellt den Strahlengang bei dieser Untersuchungsmethode schematisch dar. Von der Lichtquelle *L* entwirft der hierbei meistens gebrauchte Hohlspiegel *S* ein reelles Bild der Lichtquelle in *L'*. Die Lichtstrahlen laufen dann nach dem Patientenauge zu, und die Ophthalmoskoplins *O* erzeugt mit dem optischen System des Patienten Auges ein Bild der Lichtquelle etwa in *L''*, wodurch ein größerer Teil der Netzhaut beleuchtet wird. Handelt es sich wieder um ein normal-sichtiges akkommodationsloses Auge, so wird die nunmehr leuchtend gewordene Netzhaut durch das optische System des Patienten Auges in weiter Ferne abgebildet, und die vor dem Auge befindliche Ophthalmoskoplins *O* erzeugt in ihrer vor-



Fig. 3. Ein normaler Augenhintergrund, aufgenommen von Prof. F. Dimmer. Die dunkle Stelle rechts, an der sehr wenig Gefäße zu sehen sind, ist die Netzhautgrube, der gelbe Fleck oder die Makula. Die weiße Scheibe links ist der blinde Fleck oder die Papille.

deren Brennebene ein reelles, umgekehrtes Netzhautbild *N'*, das der Arzt durch das Spiegelloch *P* hindurch betrachtet. Dabei wird die Ophthalmoskoplins in einem solchen Abstand vom Auge gehalten, daß sie die Spiegelöffnung etwa in die Patientenpupille *P*₁ abbildet. Die Austrittspupille dieses optischen Systems ist hier wiederum das Spiegelloch *P*, während die Linsenöffnung der Ophthalmoskoplins *O* als Gesichtsfeldblende wirkt. Als Ophthalmoskoplinsen verwendet man meistens Sammellinsen von etwa 7 cm Brennweite. Das durch eine solche Linse entstandene Luftbild der Netzhaut ist dann etwa 4-mal vergrößert. Die Vergrößerung ist also wesentlich geringer als bei der Untersuchung im aufrechten Bilde. Dafür ist aber das Gesichtsfeld beträchtlich größer, so daß man gleichzeitig einen größeren Bereich der Netzhaut übersehen kann. Der Arzt hat es dabei nicht

nötig, sich dem Gesicht des Patienten in so unbequemer Weise zu nähern, wie es bei der Untersuchung im aufrechten Bilde nötig ist; er kann auch mit demselben Auge beide Patientenaugen untersuchen.

Bei der Anwendung der beiden eben beschriebenen Untersuchungsmethoden stellen sich aber besondere Schwierigkeiten ein. Bekanntlich wird an jeder Linsenfläche ein Teil des auffallenden Lichts reflektiert, während der größere Teil gebrochen und hindurchgelassen wird. Ebenso wird auch hier ein Teil des zur Beleuchtung ins Auge geschickten Lichts, namentlich an der Hornhaut, reflektiert. Die Gefäße des Augenhintergrundes leuchten selbst nicht besonders stark, immerhin ausreichend, um sie in einem dunklen Zimmer gut wahrzunehmen. Infolge dieser geringen Lichtstärke stört nun aber die an sich geringe reflek-

mologe *F. Dimmer*¹⁾ kann das Bild des Augenhintergrundes mit seinem Apparat nicht nur reflexlos sehen, sondern mit ihm sogar Momentphotographien von der Netzhaut (Fig. 3) herstellen. Auch *H. Wolff* und *W. Thorner* haben den Augenhintergrund mit ihren Apparaten photographiert. In neuerer Zeit hat Prof. *A. Gullstrand*²⁾ in Upsala die Theorie der reflexlosen Ophthalmoskopie in voller mathematischer Genauigkeit entwickelt und auf Grund seiner theoretischen Überlegungen verschiedene Instrumente konstruiert. Unter ihnen erlaubt das große reflexlose Gullstrandsche Ophthalmoskop in besonders schöner und einfacher Weise, den Augenhintergrund zu betrachten, und es soll deshalb in folgendem etwas genauer beschrieben werden. Da die Anwendung sehr einfach ist, so hat der Untersucher der Bedienung des Apparates nur geringe Aufmerksamkeit zu

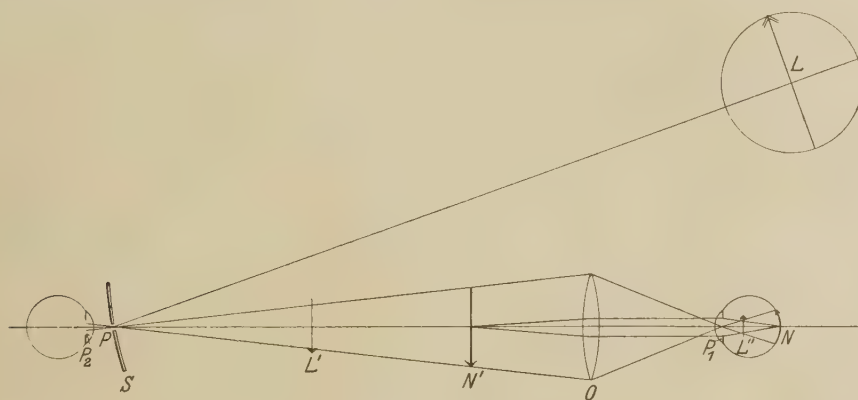


Fig. 4. Der schematische Strahlengang bei der Untersuchung des Auges im umgekehrten Bilde.

tierte Lichtmenge, die sich wie ein dichter, grauer Schleier über das Bild legt, außerordentlich. Bei der Untersuchung im umgekehrten Bild kommen außerdem noch zwei weitere Reflexe von den Begrenzungsflächen der Ophthalmoskoplense hinzu, und es ist daher verständlich, daß eine große Übung und Geschicklichkeit dazu gehört, trotzdem den Augenhintergrund besichtigen zu können. Verschiedene Ophthalmologen haben deshalb Instrumente ersonnen, mit denen die Betrachtung des Augenhintergrundes ohne störende Reflexe möglich ist. Es sind da namentlich die reflexlosen Ophthalmoskope von *W. Thorner*¹⁾, *H. Wolff*²⁾ und *A. Gullstrand*³⁾ zu nennen. Der Wiener Ophthal-

widmen und kann in aller Ruhe das Bild des Augenhintergrundes studieren. Um das zu erreichen, müssen allerdings andere Mittel als bei den beschriebenen Methoden angewendet werden, und aus dem kleinen, handlichen Augenspiegel ist ein großes Instrument geworden (Fig. 5). Es besteht aus einem horizontal gelagerten Beobachtungssystem und einem vertikal stehenden Beleuchtungssystem. Die Methode der Spiegelung im umgekehrten Bild liegt dem Instrument als Prinzip zugrunde. Eine Ophthalmoskoplense *g* (Fig. 6) erzeugt in ihrer vorderen Brennebene (ein normales Patientenauge vorausgesetzt) ein reelles, umgekehrtes Bild vom Augenhintergrund, das der Arzt monokular durch die Blende *h* hindurch, allerdings mit Hilfe eines vergrößernden optischen Instruments, betrachtet. Als Lichtquelle dient das glühende Stäbchen einer Nernstlampe *a*, das durch die Linse *b* etwa gleich groß auf einem Spalt *c* abgebildet wird, der nunmehr die Stelle

¹⁾ *W. Thorner*, Ein neuer stabiler Augenspiegel mit reflexlosem Bild. Ztschrft. f. Physiologie Bd. 20, 1899, S. 294—316. Mit 10 Textfig.

²⁾ *H. Wolff*, Über Mikroophthalmoskopie und über die Photographie des Augengrundes. Ophthalmologische Klinik 1903, Nr. 10. — Zur Photographie des menschlichen Augenhintergrundes. Archiv für Augenheilkunde Bd. 59, 1908, S. 115—142. — Die Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges. Diese Zeitschrift Bd. 1, 1913, S. 945—950.

³⁾ *A. Gullstrand*, Neue Methoden der reflexlosen Ophthalmoskopie. Bericht ü. d. 36. Versammlung d. Ophthalmol. Gesellschaft, Heidelberg 1910, S. 75—80. — Die reflexlose Ophthalmoskopie, Archiv f. Augenheilk. 1911, Bd. 68, S. 101—144. Mit 9 Textfiguren.

¹⁾ *F. Dimmer*, Die Photographie des Augenhintergrundes. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1907. 8°. IX, 142 S. Mit 53 Fig. im Text und 15 Tafeln.

²⁾ *A. Gullstrand*, Einführung in die Methoden der Dioptrik des Auges des Menschen, aus dem Handbuch der physiologischen Methodik, herausgegeben von R. Tigerstedt. Leipzig, Verlag S. Hirzel, 1911. 8°. 180 S. Mit 20 Fig. S. 55—90.

der Lichtquelle übernimmt und dabei jedes störende Nebenlicht abhält. Von dem Spalte *c* entwirft die Linse *e* ein etwas verkleinertes Bild, das mit Hilfe der unbelegten Glasplatte *f* in das Patientenauge reflektiert wird. Die spiegelnde Glasplatte wirkt also so, daß das Beleuchtungssystem scheinbar mit dem Beobachtungssystem zusammenfällt. In der schematischen Fig. 7 ist noch einmal der Strahlengang des Beobachtungs- und Beleuchtungssystems im wesentlichen dargestellt. Die Ophthalmoskoplinsse *O* bildet die Blende *P*, durch

feldblenden aufeinander. Beide Strahlenräume fallen zusammen. Dieser Zustand ist aber für die Beobachtung nicht geeignet, denn die Hornhaut, die ja einen Teil des auffallenden Lichtes reflektiert, würde dieses Reflexlicht gerade in den Beobachtungsstrahlenraum senden und somit das Bild des Augenhintergrundes überlagern und unkenntlich machen, was ja gerade vermieden werden soll. Verschiebt man aber das Beleuchtungssystem seitlich um wenige Millimeter, so liegen die beiden Pupillen getrennt nebeneinander (in

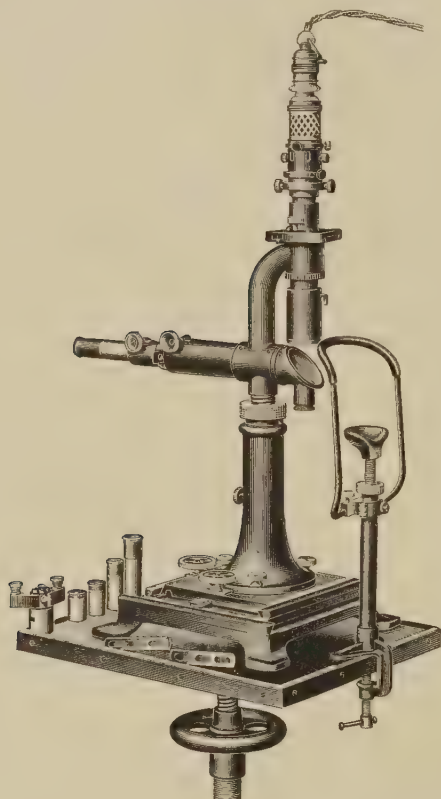


Fig. 5. Das große Gullstrandsche Ophthalmoskop, ein-gerichtet für monokulare Untersuchung, etwa 10-mal verkleinert. In der linken Ecke der Tischplatte steht die binokulare Fernrohrlupe zur stereoskopischen Beobachtung der Netzhaut. Rechts ist die Kinnstütze mit der Stirnstütze für den Patienten an den Tisch geschraubt.

die der Arzt beobachtet, in die Patientenpupille nach *P'* ab, während die Beleuchtungslinse *B* von dem leuchtenden Spalt *S* in *S'*, also ebenfalls am Orte der Patientenpupille, ein Bild erzeugt. Sind beide Systeme zentriert, so fallen beide Strahlenräume zusammen. Für das Beobachtungssystem ist das runde Blendenbildchen *P'* die Eintrittspupille und die Öffnung der Ophthalmoskoplinsse die Gesichtsfeldblende. Für das Beleuchtungssystem übernimmt das Blendenbild *S'* die Funktion der Eintrittspupille und die Öffnung der Beleuchtungslinse *B*, die durch den unbelegten Spiegel auf die Ophthalmoskoplinsse *O* abgebildet wird, wirkt als Gesichtsfeldblende. Im zentrierten Zustande liegen also beide Pupillen und beide Gesichts-

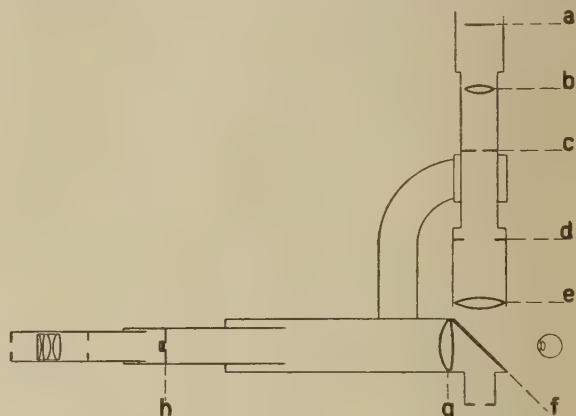


Fig. 6. Schematische Darstellung des großen Gullstrandschen Ophthalmoskops im Schnitt.

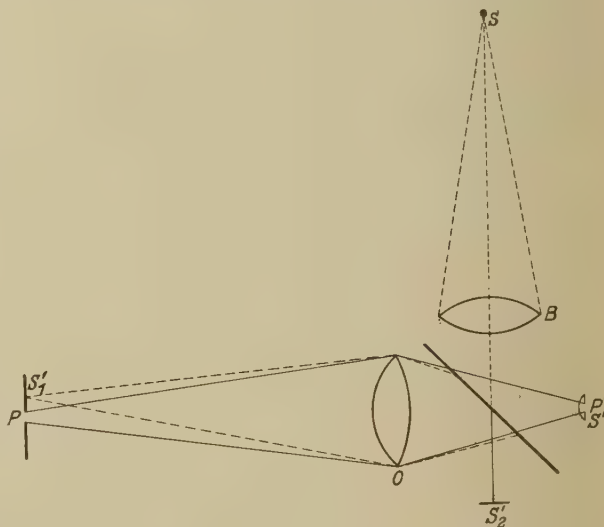


Fig. 7. Schematischer Strahlengang im großen Gullstrandschen Ophthalmoskop.

der Zeichnung untereinander), während die Gesichtsfelder noch so gut wie vollständig zusammenfallen. Führt man die Trennung der beiden Blenden so weit durch, daß die reflektierenden Flächen des Augensystems, das sind vornehmlich die Hornhaut und außerdem die vordere und hintere Linsenfläche, nicht gleichzeitig in beiden Strahlenräumen liegen, wie das Fig. 8 zeigt, so ist es nicht möglich, daß irgendein an den drei Flächen reflektierter, vom Beleuchtungsbüschel herrührender Lichtstrahl überhaupt in das Beob-

achtungssystem gelangen kann. Somit muß der untersuchende Arzt den Augenhintergrund vollständig frei von störenden Reflexen sehen können, da ja trotz der seitlichen Verschiebung der beleuchtete Teil der Netzhaut noch fast vollständig beobachtet werden kann. Das im wesentlichen an der Hornhaut und an den Linsenflächen reflektierte Licht wird durch die Ophthalmoskoplinsse in S'_1 (Fig. 7) über oder seitlich der Blende P zu einem Bilde vereinigt; kein reflektierter Strahl kann in die Blende P und somit in das Auge des Arztes gelangen. Auf diese Weise ist aber noch nicht alles störende Nebenlicht beseitigt. Die spiegelnde unbelegte Glasplatte reflektiert an der Vorder- und Hinterfläche ja nur etwa 10 % des auffallenden Lichtes und läßt den Hauptteil hindurchgehen. Selbst wenn man unterhalb der Glasplatte ein schwarzes, möglichst wenig reflektierendes Material anordnen würde, könnte doch die geringe davon ausgehende Strahlung von unten her durch Reflexion in das Beobachtungssystem gelangen und einen Schleier über das Bild legen.

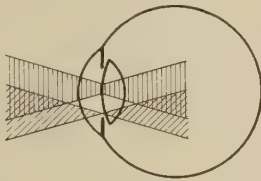


Fig. 8. Die Lage der Strahlenräume im Patientenauge bei monokularer Beobachtung mit dem großen Gullstrandschen Ophthalmoskop, schematisch im wagerechten Schnitt dargestellt. Der Beobachtungsstrahlenraum ist senkrecht, der Beleuchtungsstrahlenraum ist schräg schraffiert.

Bringt man aber unterhalb der Glasplatte an dem Orte S'_2 eine schwarze Metallplatte an, so entsteht auf ihr ein deutliches Spaltbild, das ebenso weit unterhalb der spiegelnden Glasplatte als das reflektierte Spaltbild S' vor ihr liegt. Das von S'_2 ausgehende Licht, das durch die spiegelnde Glasplatte in das Beobachtungssystem gelangen kann, wird durch die Ophthalmoskoplinsse ebenfalls in S'_1 zu einem Bilde vereinigt und kann nicht durch die Blende P in das Auge des Arztes eintreten. *Gullstrand* hat so eine besondere Lichtfalle geschaffen, mit deren Hilfe alles störende Nebenlicht vermieden wird. Wichtig für das Gelingen der reflexlosen Untersuchung bei der eben beschriebenen Anordnung ist es, daß sowohl die Blende P durch die Ophthalmoskoplinsse O als auch der Spalt S durch die Beleuchtungslinsse B völlig fehlerfrei in die Patientenpupille abgebildet werden, sonst ist die Trennung der Strahlenräume und damit die Beseitigung alles störenden Nebenlichtes natürlich nicht vollständig möglich. Infolge der Kleinheit der Patientenpupille dürfen selbstverständlich die beiden Eintrittspupillen P' und S' nur wenige Millimeter auseinander liegen. Da ferner ein großes Gesichtsfeld erwünscht ist, andererseits zwischen Auge und Ophthalmoskoplinsse der relativ große unbelegte Spiegel f Platz

finden muß (Fig. 3), so kann man als Ophthalmoskoplinsse O und Beleuchtungslinsse B nicht umfangreiche, photographischen Objektiven ähnliche, optische Systeme brauchen, es müssen vielmehr Einzellinsen dafür verwendet werden, die dadurch eine fehlerlose Abbildung liefern, daß eine ihrer Flächen asphärisch oder deformiert gestaltet ist. Unter einer asphärischen Fläche versteht man eine Umdrehungsfläche, die ihr Krümmungsmaß in gesetzmäßiger Weise von der Mitte nach dem Rande stetig ändert. Um das Spaltbild — die Eintrittspupille des Beleuchtungssystems — möglichst klein zu machen, ist die spiegelnde Glasplatte keilförmig und der Keilwinkel so bestimmt worden, daß das Bild der Vorderfläche mit dem Bild der Hinterfläche zusammenfällt.

Gullstrand unterscheidet zwischen zentrischer und azentrischer Ophthalmoskopie (Augenspiegelung). Am schönsten ist die Beobachtung des Augenhintergrundes bei der zentrischen Ophthalmoskopie. Dabei liegt die Eintrittspupille des Beobachtungssystems (P' in Fig. 7) in der Mitte der Patientenpupille, das Spaltbild, die Eintrittspupille des Beleuchtungssystems (S' in Fig. 7), dagegen auf der Seite (s. Fig. 9). Der optisch

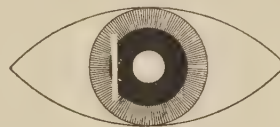


Fig. 9. Lage des Blendenbildes und Spaltbildes in der Pupille des Patienten Auges bei zentrischer Ophthalmoskopie.

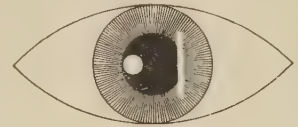


Fig. 10. Lage des Blendenbildes und Spaltbildes in der Pupille des Patienten Auges bei azentrischer Ophthalmoskopie.

beste Teil des Systems des Patienten Auges wird dabei zur Beobachtung benutzt. Freilich ist es dafür notwendig, daß die Pupille des Patienten durch Atropin oder Homatropin künstlich erweitert wird. Will oder kann man dies nicht ausführen, so muß man die azentrische Beobachtung anwenden, bei der man auf eine Seite der Patientenpupille das Spaltbild, auf die andere Seite das Blendenbild legt (s. Fig. 10).

Wie schon gesagt, ist vor der Blende P , durch die der Arzt beobachtet, ein vergrößerndes Instrument angebracht, nämlich eine Fernrohrlupe oder, wenn man will, ein Mikroskop mit sehr großem freien Objektstand. Da die Ophthalmoskoplinsse O vom Augenhintergrund ein umgekehrtes Bild entwirft und die Fernrohrlupe das Bild wiederum umkehrt, so erhält der Arzt schließlich ein aufrechtes Bild des Augenhintergrundes dargeboten. Durch eine Einstellung am Okular der Fernrohrlupe ist es leicht möglich, Augen mit den verschiedensten Refraktionszuständen, also mit starker Kurz- oder Übersichtigkeit, zu untersuchen. Durch den Wechsel der Okulare kann die Vergrößerung verändert werden, und zwar sind 5 verschiedene Vergrößerungen, von einer 5- bis 40-fachen, vorgesehen. Bei den stärksten Vergrößerungen ist natürlich eine Verkleinerung des

Gesichtsfeldes nicht zu vermeiden und die Anwendung der zentrischen Ophthalmoskopie geboten. Aber schon mit einer mittleren Vergrößerung, die etwa der Vergrößerung bei der Untersuchung im aufrechten Bilde entspricht, kann man die meisten Einzelheiten außerordentlich deutlich erkennen. Es ist u. a. ohne weiteres möglich, das Pulsieren in den Hauptarterien und -venen zu sehen.

Besonders wertvoll für verschiedene Zwecke ist die stereoskopische Untersuchung des Augenhintergrundes, die sich mit dem großen Gullstrandschen Ophthalmoskop sehr einfach ausführen läßt. An Stelle der einfachen Blende *P* (Fig. 7) wird dann eine Doppelblende angeordnet, die durch die Ophthalmoskoplinsse *O* wiederum in die Patientepupille abgebildet wird, so daß die beiden Blendenbildchen etwa im Abstände von 5 mm in ihrem horizontalen Durchmesser liegen. Deshalb ist es freilich nötig, daß für die stereoskopische Untersuchung die Patientepupille künstlich erweitert wird. Das Spaltbild, die Eintrittspupille für das

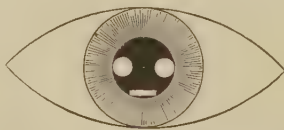


Fig. 11. Lage der Blendenbilder und des Spaltbildes in der Pupille des Patientenauges bei stereoskopischer Untersuchung.



Fig. 12. Der Strahlengang im großen Gullstrandschen Ophthalmoskop bei binokularer Beobachtung, schematisch im wagerechten Schnitt dargestellt. *PP* ist die Doppelblende, die durch die Ophthalmoskoplinsse *Op* nach *P' P'* in die Patientepupille abgebildet wird. *F* ist die vordere Brennebene der Ophthalmoskoplinsse, in der das umgekehrte Bild der Netzhaut eines normalen Patientenauges liegt.

Beleuchtungssystem, wird entweder in die Mitte zwischen beiden Blenden oder darunter angeordnet (Fig. 11). Die Verlegung des Spaltbildes ist dadurch sehr einfach, daß sich das ganze Beleuchtungssystem um seine Achse drehen und senkrecht zur Achse verschieben läßt. Hinter die Doppelblende wird jetzt als Beobachtungsinstrument eine binokulare Fernrohrlupe besonderer Bauart (siehe Fig. 5 und 12) angeordnet, die aus zwei bildaufrichtenden kleinen Fernrohren besteht, deren Objektive unmittelbar nebeneinander liegen. Es wird also dazu ein Doppelfernrohr mit stark verkleinertem Objektivabstand verwendet. Vor beiden Objektiven ist eine gemeinsame Linse (ein Fernrohrobjektiv) angeordnet (s. Fig. 12). Alle

in der Nähe der vorderen Brennebene dieses Objektivs liegenden Gegenstände können infolgedessen mit dem Instrument stereoskopisch wahrgenommen werden. Bei der Anwendung dieser binokularen Fernrohrlupe zur Betrachtung des durch die Ophthalmoskoplinsse entworfenen Netzhautbildes werden also gewissermaßen die beiden Augen des untersuchenden Arztes in die Patientepupille abgebildet (s. Fig. 11). Obwohl dort die stereoskopische Basis verhältnismäßig klein ist (etwa 5 mm), so ist doch der stereoskopische Effekt außerordentlich deutlich, weil ja das betrachtete Objekt, die Netzhaut, der Basis sehr nahe liegt. Die Wirkung ist ungefähr ebenso, als ob ein Mensch mit einem Augenabstand von 65 mm ein Objekt in 28 mm Abstand betrachtete. In dieser Objektentfernung erhält man aber, wie jeder aus Erfahrung weiß, einen sehr guten räumlichen Eindruck von den betrachteten Gegenständen. Hierbei kommt nun noch hinzu, daß die Netzhaut mit einem etwa 20-fach vergrößernden Instrument beobachtet wird. Zur Erzielung eines richtigen räumlichen Eindrucks muß das Betrachtungsinstrument, die binokulare Fernrohrlupe, aufrechte Bilder liefern. Das umgekehrte Bild der Netzhaut, das damit betrachtet wird, wird also auch durch das genannte Instrument umgekehrt gesehen. Alle Höhenunterschiede der Netzhaut sind dabei außerordentlich deutlich wahrzunehmen, ja es tritt sogar eine ziemlich auffällige Übertreibung der Niveauunterschiede auf. Man sieht mit einem Mal die Blutgefäße in schönem Bogen aus dem blinden Fleck herauskommen. Jede kleine Erhöhung, die ein Gefäß zeigt, wenn es über ein anderes hinweggeht, fällt sofort auf. Ganz abgesehen von dem schönen Eindruck, den ein solcher stereoskopisch betrachteter Augenhintergrund bietet, ist die genaue Erkennung solcher Niveaudifferenzen für verschiedene Diagnosen von großer Bedeutung. Um nur ein Beispiel zu nennen, sei der Anfangszustand einer Stauungspapille, die Hervorwölbung des blinden Fleckes, angeführt, wo bei einer Gehirnkrankung der Sehnerv gewissermaßen quillt. Während bei monokularer Beobachtung von einer Veränderung der Papille (des blinden Fleckes) nur sehr schwer etwas zu sehen ist, zeigt die Untersuchung mit dem binokularen Instrument die Vorwölbung sofort außerordentlich deutlich und läßt so die Erkennung der Krankheit zu.

Um die Blendenbilder, die beiden Eintrittspupillen, bequem an den richtigen Ort im Patientenaug zu verlegen zu können, läßt sich das Instrument in drei zueinander senkrechten Richtungen leicht und schnell verschieben, während der Kopf des Patienten durch eine Kinn- und Stirnstütze fest bleibt (s. Fig. 5). Mit Hilfe eines Kreuzschlittens kann man das Instrument nach rechts und links, nach vor- und rückwärts bewegen, durch eine Höhenstellung läßt es sich senken und heben. In wenigen Sekunden ist es eingestellt und erlaubt das Auge zu untersuchen. Wenn

der Patient nach verschiedenen Richtungen blickt, kann man gerade wie mit dem einfachen Augenspiegel nacheinander alle Partien des Augenhintergrundes absuchen. Durch eine besondere Einrichtung ist es möglich, das nichtuntersuchte Auge des Patienten nach einer am Instrument angebrachten Richtmarke¹⁾ blicken zu lassen, die sich so verstellen läßt, daß jede gewünschte Blickrichtung herbeigeführt werden kann. Das untersuchte Auge nimmt in gleicher Weise an der Blickbewegung teil und wird auch bei ruhig stehender Fixiermarke in einer gewünschten Stellung festgehalten. Es ist auch möglich, in das Beleuchtungssystem eine verstellbare Fixiermarke für das untersuchte Auge¹⁾ anzubringen. Durch ein besonderes Okular²⁾ können zwei Beobachter dasselbe ophthalmoskopische Bild seitenrichtig sehen, so daß sie sich über den Befund und über seine Deutung unterhalten können. Durch ein Zeichenprisma¹⁾ kann man ähnlich wie bei einem Mikroskop mit Zeichenapparat eine besonders beleuchtete und der Helligkeit des Bildes angepaßte Zeichenfläche in das ophthalmoskopische Bild hinein spiegeln. Man sieht dabei die Bleistiftspitze in dem Bild des Augenhintergrundes und kann dann, ohne besonders auf die Zeichenfläche zu achten, den Augenhintergrund nachzeichnen.

Die mathematische Behandlung der Ernährungsfragen.

Von Dr. P. Riebesell, Hamburg.

Da die Ernährungsfrage wohl zurzeit für Deutschland die wichtigste aller Fragen ist, mag es angebracht erscheinen, einmal zu untersuchen, was die exakte Forschung bisher auf diesem Gebiete geleistet hat, welche Aufgaben sie jetzt in Angriff genommen hat und was sie in Zukunft zu leisten imstande sein wird.

1. Das Gesetz vom Minimum.

Beginnen wir mit der Ernährung der Pflanzen. Bei ihnen hat als erster *Justus v. Liebig* quantitative Gesetze aufgestellt²⁾. Er erkannte, daß von den zahlreichen „Vegetationsfaktoren“, die das Wachstum der Pflanze und somit den Pflanzenertrag beeinflussen, derjenige die Hauptrolle spielt, der im Minimum vorhanden ist. Sobald ein Faktor, etwa das Wasser, nur in geringer Menge vorhanden ist, so kann das Wachstum nur denjenigen Grad erreichen, den dieses Quantum zuläßt. Somit ergibt sich folgendes Gesetz vom Minimum: „Der Pflanzenertrag richtet sich nach demjenigen Vegetationsfaktor, der verhältnismäßig am meisten im Minimum ist.“ Die Hauptfrage ist nun, zu untersuchen, in welcher Weise

sich das Wachstum steigert, wenn das Minimum größer wird. Die einfachste Annahme wäre, daß der Ertrag der Pflanze y proportional mit dem im Minimum vorhandenen Faktor x steigt. Dann würde die Formel gelten:

$$y = a + b \cdot x, \quad (1)$$

wo a den Ertrag bedeutet, der beim Minimum erzielt wird und b ein Proportionalitätsfaktor ist. Daß diese Annahme der Wirklichkeit nicht entspricht, geht einmal daraus hervor, daß der Ertrag sich nicht ins Unendliche steigern läßt, wie dies Formel (1) verlangen würde, andererseits dadurch, daß bei jedem Wachstum eine Hemmung für die größere Aufnahme des betreffenden Faktors auftritt; denken wir z. B. an die Wirkung des größeren Schattens für die Lichtaufnahme, der größeren Verdunstung für die Wasseraufnahme. Wir werden es daher vermutlich mit einer Funktion zu tun haben, die zuerst schnell und dann immer langsamer wächst, bis sie sich einem bestimmten konstanten Maximum nähert. Das Wachstum dieser Funktion, d. h. die Änderung bei Vermehrung der Nahrungszufuhr um die Einheit, können wir direkt mit dem Wachstum der Pflanze, d. h. mit der Zunahme der Größe bei Vergrößerung des Vegetationsfaktors, vergleichen. Dieses Wachstum wird zuerst große Werte annehmen und sich allmählich der Null nähern. Solchen Funktionen begegnet man häufig bei der mathematischen Behandlung der Naturwissenschaften, so z. B. bei der Auflösung fester Körper in Flüssigkeiten oder Säuren, bei der Änderung des Luftdrucks mit der Höhe, bei der Wärmeabgabe heißer Körper. Wir können daher annehmen, daß wir es hier mit einem ähnlichen quantitativen Gesetz zu tun haben, und analog den erwähnten Fällen die Annahme machen, daß die Wachstumsgeschwindigkeit proportional demjenigen Ertrage ist, der noch am Höchstertrage (A) fehlt. Wir erhalten also folgende Gleichung:

$$\frac{dy}{dx} = k \cdot (A - y). \quad (2)$$

Das ist natürlich zunächst eine Hypothese, die nur für einen Momentanzustand gilt. Wie immer in den mathematischen Naturwissenschaften müssen wir durch Integration zu Gesetzen kommen, die der Beobachtung zugänglich sind und dadurch den Prüfstein für die Richtigkeit der Annahme ergeben. Führen wir die Integration aus, so ergibt sich:

$$\lg(A - y) = c - k \cdot x.$$

Die Integrationskonstante c ist dadurch bestimmt, daß für $x = 0$ das $y = a$ ist. Es wird demnach: $c = \lg(A - a)$, so daß das Gesetz lautet:

$$\lg(A - y) = \lg(A - a) - k \cdot x, \quad . . . (3)$$

oder

$$A - y = A_1 \cdot e^{-kx}, \quad (4)$$

wo

$$A_1 = A - a.$$

Dieses Gesetz hat nun seine Gültigkeit bei Versuchen mit den verschiedensten Vegetations-

¹⁾ O. Henker, Einige Zusatzapparate für das große Gullstrandsche Ophthalmoskop. — Bericht ü. d. 39. Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft, Heidelberg, 1913, S. 350—355. Mit 3 Textfiguren.

²⁾ Vgl. E. A. Mitscherlich, Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Berlin 1913.

faktoren bewiesen, so für die Bodenwärme, für das Licht, für Wasser, die verschiedenen Nähr- und Düngstoffe sowie für die Tiefe der Ackerkrume. Die Abweichungen zwischen den berechneten und beobachteten Werten sind meist recht gering, wenn zur Berechnung der in dem Gesetz auftretenden Konstanten sämtliche Beobachtungswerte herangezogen werden.

2. Das Oberflächengesetz.

Bedeutend verwickelter scheinen die Verhältnisse zunächst bei den Tieren zu liegen. Hauptsächlich durch Rubners Untersuchungen¹⁾ wissen wir aber, daß das Gesetz von der Erhaltung der Energie auch für den Tierkörper gilt. Die zugeführten Energien, in Kalorien gemessen, müssen eine entsprechende Vermehrung der Körperkräfte verursachen. Es scheint also zunächst wiederum das Gesetz vorzuliegen, daß das Wachstum der zugeführten Nahrungsmenge proportional sein muß. Nun wird aber, wenigstens bei den Warmblütern, die aufgenommene Energie nicht nur zum Wachstum, sondern auch zur äußeren Arbeitsleistung, zur inneren Arbeitsleistung beim Stoffwechsel und vor allem zur Wärmeabgabe verwandt, so daß durch diese Umstände wesentliche Korrekturen an dem einfachen Gesetz anzubringen sind. Für die Wärmeabgabe gilt zunächst annähernd das Gesetz, daß beim ruhenden und hungernden Warmblüter der Energieverbrauch der Oberfläche des Tieres proportional ist. Steigert man dagegen bei anfangs gleicher Oberfläche die Nahrungszufuhr, so verhalten sich die verschiedenen Nahrungsmittel verschieden in bezug auf die Verteilung ihrer Energien auf die zahlreichen Arten des Energieverbrauchs im Körper. Am meisten Wärme wird durch überschüssige Eiweißzufuhr erzeugt, weniger durch Kohlehydrate, am wenigsten durch Fett. Umgekehrt verhält es sich mit der Vergrößerung der Oberfläche, dem sogenannten Ansatz. Dabei scheinen aber exakte Gesetze schwer aufstellbar zu sein, vor allem sind sie stark von der Außen- und Innentemperatur abhängig. Gilt nun für die „Erhaltungsdiet“, die lediglich zur Erhaltung und zum Wachstum dienen möge, das für die Pflanzen abgeleitete Gesetz, so wird auch für die sogenannte „abundante Kost“, die hauptsächlich der Wärme- und Energieproduktion dient, ein ähnliches Gesetz gelten, da sie ja der Oberfläche proportional ist. Natürlich ist als Maß für die abundante Kost keine absolute Menge, sondern nur die Menge relativ zum Bedarf des betreffenden Tieres zu nehmen. Auf die noch strittigen Beziehungen zwischen Oberfläche und Gewicht soll dabei hier nicht näher eingegangen werden. Es soll vielmehr angenommen werden, daß das Gesetz (4) auch für Tiere gültig ist, und daß y wieder das Gewicht bedeutet. Wir erhalten dann das *Nahrungs-Wachstumsgesetz*:

$$y = f_1(x).$$

¹⁾ Vgl. M. Rubner, Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Leipzig 1902.

3. Das Ernährungsgesetz.

In ähnlicher Weise wie das Gewicht des Tieres oder der Pflanze: y von der aufgenommenen Nahrungsmenge: x abhängt, ist auch die Futteraufnahme: x wachsender Tiere oder Pflanzen selbst wieder als Funktion ihres Alters: t zu bestimmen. Für ausgewachsene Tiere ist bei den verschiedensten Arten die konstante Nahrungsmenge für 1000 kg Lebendgewicht bestimmt. Sie beträgt z. B. bei Ochsen 0,6 kg Eiweiß, und das Nährstoffverhältnis, d. h. das Verhältnis von stickstoffhaltigen zu stickstofffreien Nährstoffen, ist 1:11. Bei wachsenden Tieren ist aber ein bedeutend größeres Bedürfnis nach Eiweiß vorhanden, und es besteht die Aufgabe, die hierfür geltende Funktion festzustellen.

Um zu einem Gesetz zu gelangen, das die Abhängigkeit der Futteraufnahme von der Zeit regelt, das *Ernährungsgesetz*: $x = f_2(t)$, ist es zunächst nötig, die Nahrungsaufnahme von der vorher erörterten Beziehung zur Körperoberfläche bzw. -gewicht dadurch unabhängig zu machen, daß man jetzt die Nahrungsaufnahme immer auf 1000 kg Lebendgewicht bezieht. Man erkennt dann, daß die Nahrungsaufnahme zu Beginn der Entwicklung groß ist, allmählich kleiner wird und einem Minimum zustrebt. Selbstverständlich ist diese Gesetzmäßigkeit eine Folge der vorher besprochenen Abnahme der Wachstumsintensität. Die Beobachtungen ergeben, daß auch hier wieder die Geschwindigkeit, mit der die Nahrungsaufnahme dem Minimum zustrebt, um so geringer ist, je näher man dem Minimum kommt. Wamser¹⁾ hat daher, auf Friedenthals²⁾ Untersuchungen fußend, folgendes Gesetz aufgestellt:

$$\frac{dx}{dt} = k(x - b),$$

wo x die Menge der aufgenommenen Nahrung in kg, t die Zeit der Entwicklung in Tagen, b das am Ende erreichte Minimum und k einen Proportionalitätsfaktor darstellen. Besser ist es wohl, da es sich um eine Abnahme des x handelt, dx negativ zu nehmen und zu schreiben:

$$\frac{dx}{dt} = -k(x - b). \quad (5)$$

Die Integration ergibt dann:

$$\lg(x - b) = c - k \cdot t, \quad (6)$$

$$\text{oder} \quad x - b = C \cdot e^{-kt}. \quad (7)$$

Soll für die Zeit der Geburt, d. h. für $t = 0$, $x = B$ sein, so ergibt sich:

$$C = B - b,$$

und das Gesetz wird:

$$x - b = (B - b)e^{-kt} \quad (8)$$

¹⁾ H. P. Wamser, Die Futteraufnahme wachsender Tiere, eine mathematische Gesetzmäßigkeit. Dissertation. Königsberg 1915. — Derselbe, Untersuchungen über den Energie- und Eiweißbedarf der höheren Tiere und des Menschen. Berlin 1915.

²⁾ H. Friedenthal, Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums. Berlin 1914.

Die drei Konstanten b , C und k sind aus den Beobachtungsergebnissen zu bestimmen. Am einfachsten ist die Ermittlung, wenn die drei Wertepaare x_1, t_1 ; x_2, t_2 und x_3, t_3 so gewählt werden, daß $t_3 - t_2 = t_2 - t_1$ ist, d. h. wenn man gleiche Zeitintervalle nimmt. Dabei sind für t_1 und t_3 die Endwerte der Tabelle zu nehmen, und der Wert für x_2 ist, wenn er nicht beobachtet ist, durch Interpolation zu finden, was eine gewisse Unsicherheit mit sich bringt. Wamser hat die aus den Fütterungsversuchen für Schweine, Schafe und Rinder erhaltenen Werte für die Herleitung der Gesetze für die Aufnahme von Trockensubstanz, Stärke und Eiweiß benutzt. Die berechneten Werte stimmen mit den beobachteten meist bis auf wenige Prozent überein. Nur beim Eiweiß, wo es sich um kleine absolute Zahlen handelt, sind die Abweichungen relativ recht groß, überschreiten allerdings auch hier nicht 10 Prozent, solange es sich um kleine Versuchsreihen handelt. Anders wird dies aber, sobald Versuchsreihen genommen werden, die sich auf die ganze Dauer der Entwicklung ein und desselben Tieres erstrecken. Dann ergeben sich Abweichungen von bis zu 40 Prozent. Für die Werte der Konstanten: B (Futter bei der Geburt), b (Futterminimum), k (Geschwindigkeitsfaktor) gibt Wamser folgende Werte an:

a) für Stärke:

	B	b	k
Schweine	47,18	10,19	0,00599
Schafe	58,29	9,61	0,01194
Rinder	23,59	7,30	0,005

b) für Eiweiß:

	B	b	k
Schweine	12,02	1,30	0,01044
Schafe	7,22	1,04	0,00696
Rinder	3,98	0,60	0,0025

Die Bedeutung der Gesetze liegt natürlich darin, daß man mit ihnen den Futterbedarf für beliebiges Alter voraussagen kann und dadurch Grundlagen für die Rentabilitätsberechnungen erhält.

4. Genauere Gesetze.

Die oben gemachte Fehlerangabe zeigt, daß wir es in den bisher aufgestellten Gesetzen sicher nur mit einer ersten Annäherung, vielleicht nur mit Regeln, zu tun haben. Es ist nötig, sowohl die Grundlagen einer Revision zu unterziehen als auch die mathematische Behandlung der Funktionen weiter auszubauen. Was zunächst die Grundlage angeht, so ist die Annahme, daß die Geschwindigkeit, mit der die Nahrungsaufnahme dem Minimum zustrebt, um so geringer ist, je näher man dem Minimum kommt, zweifellos richtig. Es muß aber auch berücksichtigt werden, daß die Geschwindigkeit auch vom Alter abhängig ist und diesem in erster Annäherung proportional zu setzen ist. Damit würden wir zu folgendem Ansatz kommen:

$$\frac{dx}{dt} = -k \cdot t(x - b) \quad (9)$$

Die Integration liefert dann folgendes Gesetz:

$$\lg(x - b) = -\frac{k}{2} t^2, \quad (10)$$

oder

$$x = b + c \cdot e^{-a^2 t^2} \quad (11)$$

Wir sind damit zu einem quadratischen Exponentialgesetz gelangt, das der bekannten Gaußschen Fehlerfunktion $\Phi'(x)$ entspricht. Für ihren Verlauf sind zahlreiche Tabellen vorhanden¹⁾. Die Funktion ist in Fig. 1 veranschaulicht. Sie enthält im wesentlichen auch alle Kurven, bei denen der Differentialquotient in erster Potenz von der abhängigen Veränderlichen abhängt, somit auch die vorher aufgestellten Gesetze. Bekanntlich läßt sich die Funktion bei günstiger Wahl der Konstanten den Abklingungskurven, wie wir sie hier beim Ernährungsproblem vor uns haben, in beliebiger Annäherung anpassen, werden doch ganz willkürliche Funktionen durch Reihen von $\Phi(x)$ mit ihren Ableitungen dargestellt. Die Bestimmung der Konstanten bereitet, wenn man wieder die Annahme macht, daß t_2 in der Mitte zwischen t_1 und t_3 liegt, keine Schwierigkeiten. Gegebenenfalls sind die Ableitungen der Funktion (11) hinzuzunehmen.

Das Hauptproblem ist nun, die Abhängigkeit des Körpergewichts y oder das Wachstum mit zunehmendem Alter t festzustellen. Da das Wachstum von der Nahrungsaufnahme x nach (4) abhängt, letztere aber wieder durch (8), allerdings für ein bestimmtes Einheitsgewicht, mit dem Alter t verknüpft ist, so ergibt sich als Abhängigkeit des Körpergewichts y vom Alter t durch Einsetzen und Multiplikation angenähert folgendes Gesetz:

$$y = a + b \cdot e^{ct} \quad (12)$$

Wir haben damit das „Zeit-Wachstumsgesetz“: $y = f_3(t)$ erhalten.

Die logarithmische bzw. Exponentialfunktion scheint demnach bei diesen Fragen vorzuherrschen, wie das seit der Einführung der „natürlichen“ Logarithmen bereits von den Mathematikern vermutet wurde.

5. Das Zeit-Wachstumsgesetz für den Menschen.

Es ist nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen klar, daß besser als (12) das quadratische Exponentialgesetz die wirklichen Verhältnisse wiedergeben würde, zeigen doch die Fehler bei längeren Versuchsreihen, daß das Wamser'sche lineare Exponentialgesetz nicht anpassungsfähig genug ist. Es wäre besser zu setzen:

$$y = a + b_1 \cdot e^{c_1 t} + b_2 \cdot e^{c_2 t} \quad (13)$$

Damit stimmen auch die praktischen Ergebnisse überein. Auch Wamser stellt dieses Gesetz, wenn auch in anderer Form, auf. Er setzt für

¹⁾ Z. B. E. Czuber, Wahrscheinlichkeitsrechnung. Leipzig 1914.

den reziproken Wert des Körpergewichts z in Abhängigkeit vom Alter t folgende Gleichung an:

$$\frac{dz}{dt} = k(z - b) \quad (14)$$

Setzen wir hier $z = \frac{1}{y}$, so wird:

$$\frac{dy}{y^2 dt} = -k \cdot \left(\frac{1}{y} - b \right)$$

oder
$$\frac{dy}{y(1 - by)} = -k \cdot dt.$$

Die Integration ergibt:

$$\lg \frac{by}{1 - by} = -k \cdot t + c.$$

Durch die Auflösung nach y erhält man:

$$y = \frac{A \cdot e^{-kt}}{1 + B \cdot e^{-kt}} \quad (15)$$

Dieser Ausdruck läßt sich aber in eine nach Exponentialfunktionen fortschreitende Reihe entwickeln. Einfacher ist es, (14) zugrunde zu legen, wodurch wird:

$$z = b + C \cdot e^{kt} \quad (16)$$

Die Bestimmung der Konstanten ergibt für das männliche Geschlecht:

$$b = 11,09; \lg C = 4,6064; k = -0,000\,387\,7.$$

Die hieraus berechneten Werte stimmen recht gut

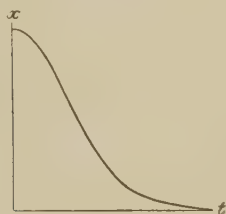


Fig. 1.

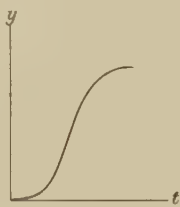


Fig. 2.

die Kurve für die Nahrungsaufnahme mit der in Fig. 1 dargestellten quadratischen Exponentialfunktion übereinstimmt. Besonders charakteristisch ist der Wendepunkt der Wachstumskurve. Die Werte, welche sich aus der vereinfachten Wamerschen Gleichung (16) ergeben, sind in der Tabelle des nächsten Abschnitts zusammengestellt. Natürlich ist auch das kürzlich von Pfaundler¹⁾ aufgestellte innere Wachstumsgesetz $y = a \cdot t$, das von der Empfängnis bis zur Pubertät gelten soll, in unserem Gesetz enthalten.

6. Das Ernährungsgesetz für den Menschen.

Legen wir das im dritten Abschnitt abgeleitete Ernährungsgesetz auch für den Menschen zugrunde, so werden die Konstanten der Gleichung (8) für Mädchen bzw. Knaben:

a) Stärke:

$$B = 22,19 \quad b = 7,96 \quad k = 0,000\,269$$

$$B = 33,35 \quad b = 7,38 \quad k = 0,000\,427$$

b) Eiweiß:

$$B = 4,34 \quad b = 0,7 \quad k = 0,000\,212$$

$$B = 5,44 \quad b = 0,72 \quad k = 0,000\,246$$

Es ist nun leicht, den Bedarf an Kalorien und an Eiweiß in Abhängigkeit vom Alter zu bestimmen. War durch (8) der Bedarf x für 1000 kg gegeben und durch (16) das Körpergewicht $y = \frac{1}{z}$ bestimmt, so gibt

$$B_t = x \cdot y \quad (18)$$

das verlangte Bedarfsgesetz an. Man sieht aus den zugehörigen Gleichungen, daß es sich wieder um eine Exponential- oder Φ -Funktion handeln wird. Die in erster Annäherung geltenden Wamerschen Gesetze liefern für das männliche Geschlecht folgendes Ergebnis:

Alter in Jahren	Gewicht kg	Bedarf pro kg Körpergewicht und Tag		Bedarf pro Kopf und Tag		Nährstoffverhältnis Stärkewerte : Eiweiß
		Kal.	Eiweiß (g)	Kal.	Eiweiß (g)	
1	10,2	123,83	5,04	1263,1	51,4	5,9 : 1
5	16,53	80,73	3,80	1334,5	62,8	5,1 : 1
10	28,23	53,55	2,64	1511,7	74,5	4,9 : 1
15	40,16	43,16	2,06	1733,3	82,7	5,0 : 1
20	58,82	35,7	1,5	2099,9	88,2	5,7 : 1
25	71,43	33,09	1,22	2363,6	87,1	6,5 : 1
30	79,81	31,9	1,04	2546,0	83,0	7,3 : 1
35	84,75	31,35	0,92	2657,0	78,0	8,2 : 1
45	88,83	30,98	0,80	2752,0	71,0	9,3 : 1
Maximum	90,17	30,88	0,72	2784,5	64,9	9,9 : 1

mit der Beobachtung überein. In weiterer Annäherung könnte man für (15) setzen:

$$y = a \int_b^{t-c} e^{-t^2} dt \quad (17)$$

Damit ist die Funktion auf das Gaußsche Integral $\Phi(x)$ zurückgeführt. In der Tat scheint die Wachstumskurve mit dieser in Fig. 2 dargestellten Funktion übereinzustimmen, ebenso wie

Für das weibliche Geschlecht ergibt sich, wenigstens für die niedrigen Alter, für das Gewicht eine gute Bestätigung der auf andere Weise schon von Galton gefundenen Verhältniszahl der beiden Geschlechter: 1,08 : 1, für die Nährstoffe aber nicht. Wichtig ist, daß die Bedarfskurve (18) für Eiweiß ihr Maximum nicht erst am Ende der

¹⁾ M. Pfaundler, Körpermaß-Studien an Kindern. Berlin 1916.

Entwicklung, sondern etwa bereits bei 20 Jahren hat, und daß später wieder eine allmähliche Abnahme im Eiweißbedarf eintritt.

Man sieht, daß durch die erwähnten Arbeiten ein außerordentlich vielversprechender Anfang zu einer exakt quantitativen Behandlung der so wichtigen Ernährungs- und Wachstumsfragen gelegt ist. Die weitere mathematische Auswertung der statistischen Ergebnisse wird vielleicht noch bessere Gesetze schaffen. Dann wird es möglich sein, auch die Einzelvorgänge bei der Ernährung einer genaueren Analyse zu unterziehen. Die nächste Aufgabe wird sein, die Produktion der pflanzlichen und tierischen Stoffe, die Arbeitsleistung der Tiere, die Rentabilität der Züchtungen einer quantitativen Behandlung zugänglich zu machen.

Die Berührungsempfindlichkeit der Pflanzen.

Von Dr. P. Stark, Leipzig.

Das Verhalten der Ranken gegen Berührungsreize ist durch zahlreiche Untersuchungen in seinen wesentlichen Zügen klargestellt worden. Darwin war der erste, der in gebührender Weise auf die hohe Empfindlichkeit und das rasche Reaktionsvermögen mancher Ranken hinwies. Er fand, daß vielfach schon das Aufsetzen eines Fadenreiterchens, das nur wenige Milligramm wiegt, genügt, um Krümmungen auszulösen, und daß z. B. bei *Sicyos* bereits nach 30 Sekunden der Ausschlag makroskopisch bemerkbar wird. Von besonderer Bedeutung wurde dann eine Arbeit *Pfeffers*, in der er feststellte, daß die Reizbedingungen, die für die Ranken gültig sind, anderer Natur sind als für die verwandten Erscheinungen bei *Mimosa*. Auf Grund seiner Experimente kommt er dann zu einer scharfen Abgliederung zweier Arten von Empfindlichkeit: 1. Erschütterungsreizbarkeit (*Seismonastie*) und 2. Kontakt-empfindlichkeit (*Thigmotropismus*, *Haptotropismus*). Bei der Erschütterungsreizbarkeit genügt eine Erschütterung jeder Art, falls sie nur stark genug ist, um die Reaktion herbeizuführen, während bei den Ranken nur eine Reizung mit einem irgendwie rauhen Gegenstand von Erfolg begleitet ist. Schleudern, Schlagen und Reiben mit Gelatinestäbchen und mechanischer Druck sind wirkungslos, ebenso ein gegen die Ranke anprallender Wasserstrahl, falls nicht der Flüssigkeit feste Partikelchen beigemischt werden. Wie die Ranken, so verhalten sich auch einige insektenfressende Pflanzen (*Drosera*, *Pinguicula*). Weitere Erfahrungen brachten dann Arbeiten von *Fitting*. *Fitting* gliedert die Ranken in allseitig und einseitig reaktionsfähige. Bei den allseitig reaktionsfähigen verursacht jede Berührung — gleichgültig, von welcher Seite aus sie erfolgt — eine nach der gereizten Flanke hingewendete Krümmung. Bei den einseitig reaktionsfähigen Ranken dagegen ist der Reiz nur dann wirksam,

wenn er die Bauchseite oder allenfalls noch die Seitenflanken der Ranke trifft. Äußerst interessant ist der Nachweis, daß die Rückenseite keineswegs des Perzeptionsvermögens entbehrt, sondern daß ihr bloß die Fähigkeit abgeht, auf den Reiz mit einer Krümmung zu antworten. Werden nämlich Bauch- und Rückenseite gleichzeitig oder hintereinander gleich oft gerieben, dann erfolgt keine Krümmung, was doch offenbar eintreten müßte, wenn bloß die Bauchseite berührungsempfindlich wäre. So aber heben sich die entgegengesetzten Reizungen auf. *Fitting* hat dann auch weiterhin den Bewegungsmechanismus der Ranken aufgeklärt. Messungen ergaben, daß durch die Reizung die mittlere Wachstumsgeschwindigkeit erheblich vergrößert wird, aber auf der dem Reize abgewendeten Seite in viel stärkerem Maße, so daß eine positiv haptotropische Reaktion zustande kommen muß. Da nun der Eintritt der Krümmung voraussetzt, daß die Gegenflanke schon rascher wächst, so muß bei den hochempfindlichen Ranken in der Zeit von wenigen Sekunden der Reiz über den Querdurchmesser der Ranke geleitet sein. *Fitting* berechnet so bei *Cyclanthera* eine mindeste Reizleitungsgeschwindigkeit von 3,6 mm pro Minute, ein Betrag, der in Wirklichkeit naturgemäß viel geringer sein kann, da die Leitungsvorgänge ja schon viel früher beendet sein dürften, als die Reaktion auftritt. Der Krümmungsausgleich, der dann stattfindet, wenn kein dauernder Kontakt erzielt wird, ist dadurch bedingt, daß auf die erste Beschleunigungsphase unter diesen Umständen eine zweite folgt, bei der die Geschwindigkeitsverteilung umgekehrt ist, bei der also die Rückenflanke langsamer wächst.

Auf weitere Einzelheiten wollen wir uns nicht einlassen. Uns interessiert hier vielmehr eine andere Frage. Die Ranken stellen hochspezialisierte Gebilde dar, die offenbar erst durch lange währende Anpassungs- und Umbildungsprozesse entstanden sind. Morphologisch liegen ja die Entwicklungslinien ziemlich klar. Man kann nach *Schenck* Phyllo- und Kaulomranken unterscheiden; bei jenen sind die Ranken von Blättern (je nachdem Stiel oder Spreite), bei diesen von sproßgebildeten verschiedenen Art (Laubsproß, Infloreszenz, Blütenstiel) abzuleiten. Dafür gibt es die verschiedensten Belege. Aufschluß gewährt in manchen Fällen die Anatomie. Dann aber treten mitunter abnorme Bildungen auf, welche die ursprüngliche Herkunft verraten. So kommen, um nur eines der bekanntesten Beispiele zu nennen, bei der Weinrebe die mannigfaltigsten Übergänge zwischen typischen Infloreszenzen und typischen Ranken vor: Blütenstände, die seitlich eine Ranke tragen, und Ranken, bei denen an der Basis noch vereinzelt Blüten entspringen. Dazu gesellt sich aber noch die Tatsache, daß die mutmaßlichen Durchgangspunkte, die von den Rankenpflanzen durchlaufen worden sein müssen, erhalten geblieben sind. Das gilt sowohl von den Kaulom-

als auch von den Phyllocladaceen. Bei *Corydalis claviculata* führt die Blattspreite Greifbewegungen aus, ohne irgendwie morphologisch umgestaltet zu sein; eine höhere Stufe stellen schon die Blattstielkletterer dar. Bei ihnen ist die Lamina noch normal beschaffen, und die Funktion des Greifens wird von dem Blattstiele ausgeführt, der bei manchen Clematisformen schon eine recht hohe Sensibilität besitzt. So fand Darwin, daß bei *Cl. flammula* das Aufsetzen eines Fadenschleifchens von 4 mg ausreicht, um Krümmungen zu veranlassen. Wir brauchen nur anzunehmen, daß die Spreite mehr und mehr reduziert wurde, um zu richtigen Rankern zu gelangen. Dieser Prozeß läßt sich innerhalb der Gattung *Lathyrus* sehr schön verfolgen. Die Blätter sind hier paarig gefiedert. Bei manchen Arten endet der Blattstiel, ohne eine Ranke zu tragen. Bei anderen läuft er in eine Ranke aus, trägt aber seitlich noch die normale Anzahl von Fiederblättchen. Bei *L. aphaca* endlich sind die Fiederblättchen völlig verschwunden, und zum Ersatz sind die Nebenblätter sehr stark ausgebildet. Ähnlich liegen die Verhältnisse für die Kaulomranker. Von den primitiven „Zweigklimmern“, die morphologisch nichts von ihrer Greiffunktion verraten, führen zahlreiche Übergangsstufen zu den höchststehenden Kaulomrankern, deren Ranken sich morphologisch von denen der Phyllocladaceen oft nicht mehr unterscheiden lassen.

Wenden wir uns nun der physiologischen Seite zu. Wir können nicht annehmen, daß die hohe Sensibilität der Rankenpflanzen mit einem Male sprunghaft entstanden ist. Schon innerhalb der Gruppe der Rankenpflanzen gibt es ja die mannigfaltigsten Abstufungen. Die Tatsache, daß Ranken in den verschiedensten systematischen Gruppen, sogar bei Algen, vorkommen, und daß die Kontaktreizbarkeit nicht nur für das Klettern, sondern auch für andere biologische Aufgaben dienstbar gemacht worden ist (insektenfressende Pflanzen), diese Tatsache deutet, was ja schon Darwin mit Recht geltend machte, darauf hin, daß hier nur eine im Keime wenigstens in jeder Pflanze schlummernde Fähigkeit ausgebeutet und gleichzeitig mit den entsprechenden organischen Umgestaltungen vervollkommen wurde. Läßt sich nun tatsächlich, so kann man fragen, Berührungsempfindlichkeit bei Pflanzen nachweisen, die von dieser Eigenschaft keinen Gebrauch machen? Sind in jeder Pflanze oder wenigstens bei einem beträchtlichen Prozentsatz aller Arten die Vorbedingungen für eine Steigerung der Sensibilität gegeben? Einen Umstand muß man dabei allerdings im voraus in Rechnung ziehen: ein negativer Ausfall der Experimente ist nie beweisend. Der Reiz könnte ja perzipiert werden, ohne daß daraufhin eine Reaktion eintritt; die Reaktionsfähigkeit wird sich ja im allgemeinen bloß in dem Maße ausbilden und verfeinern, als die Pflanze Nutzen daraus zieht. Nun ist für die Reaktionsfähigkeit bei Krümmungsvorgängen, falls sie

nicht wie bei *Mimosa* durch Turgoränderung bedingt sind, neben andern Momenten vor allem die Wachstumsgeschwindigkeit maßgebend; wir haben ja gesehen, daß bei den Ranken nach der Reizung eine erhebliche Beschleunigung eintritt. Deshalb wird es sich bei der Entscheidung der aufgeworfenen Frage empfehlen, mit möglichst rasch wachsendem Material zu arbeiten. Nun hat man es in der Hand, künstlich solche Bedingungen herzustellen, wenn man mit verdunkelten Pflanzen arbeitet, die ja bekanntlich die Erscheinungen des Etiolements zeigen. Versuche, die nach dieser Richtung mit den Keimlingen der verschiedensten Objekte ausgeführt wurden, haben denn auch zu einem vollen Erfolg geführt. Sämtliche untersuchten Arten besaßen die Fähigkeit, auf einen

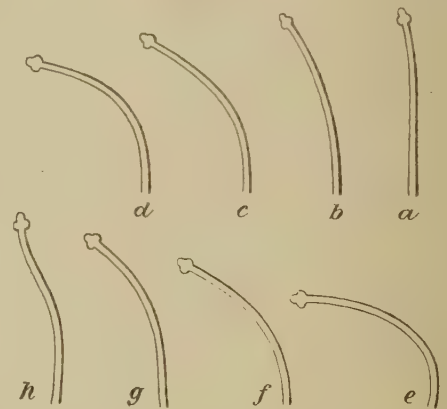


Fig. 1. Krümmungsverlauf bei *Agrostemma*: a nach 10, b nach 20, c nach 30, d nach 40, e nach 50, f nach 120, g nach 180, h nach 240 Minuten.

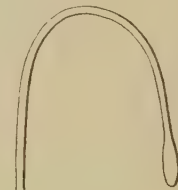


Fig. 2.

Kontaktreiz mit einer mehr oder minder starken haptotropischen Reaktion zu antworten. Wie bei den Ranken, so ist auch hier die Krümmung positiv, d. h. der Reizrichtung zugewendet. Wie der Krümmungsverlauf sich im einzelnen gestaltet, das ist aus Fig. 1 zu ersehen, die einen 20-mal mit einem Korkstäbchen gestrichenen *Agrostemma*-Keimling in verschiedenen zeitlich aufeinanderfolgenden Phasen wiedergibt. Die Krümmung beginnt nahe der Spitze in der maximalen Wachstumszone, wandert dann am Stengel abwärts so weit, als noch Streckungsfähigkeit vorhanden ist, und erreicht nach 50 Minuten ihr Maximum; dann erfolgt wieder allmähliches Aufrichten, das nach 4 Stunden noch nicht abgeschlossen ist.

Während in diesem Beispiel nur etwa eine

Horizontalstellung der Spitze erzielt wurde, kann man, wenn man mit empfindlicherem Material arbeitet, noch weit beträchtlichere Ausschläge erzielen. Fig. 2 stellt einen etwas älteren Agrostemmakeimling dar, 20 Minuten nach der Reizung. Man sieht, daß hier die Spitze auf dem Boden aufsteht. Die Krümmung setzte in diesem Fall schon 1 Minute nach dem Streichen ein und schritt so rasch fort, daß es mit unbewaffnetem Auge beobachtet werden konnte; viel rascher also, als die Reaktion bei trägeren Ranken ausgeführt wird. Es muß aber hervorgehoben werden, daß sich in einer größeren Serie von Versuchspflanzen immer nur vereinzelte Individuen befinden, die so günstige Resultate ergeben.

Um derartig starke Ausschläge zu erzielen, bedarf es stets einer intensiven Reizung (20 bis 50-maliges Reiben). Setzt man die Streichzahl herab, dann werden die Ausschläge geringer, die Reaktionszeit wird verlängert. Aber bei allen empfindlicheren Arten (*Agrostemma Githago*, *Avena sativa*, *Brassica Napus*, *Cannabis sativa*, *Linum usitatissimum*, *Ranunculus arvensis* u. a.) war schon einmaliges leichtes Streichen ausreichend, um wenigstens bei einem bestimmten Prozentsatz einer Versuchsserie deutliche Krümmungen hervorzurufen. Wie beim Tastsinn des Menschen scheint hier, nach dem Ausfall der Reaktionen zu urteilen, das Webersche Gesetz gültig zu sein. Das trat vor allem in Versuchen zutage, bei denen zwei gegenüberliegende Flanken mit verschiedener Intensität gereizt wurden. Hierüber geben die Tabellen I und II Auskunft, die sich auf Keimlinge von *Panicum miliaceum*

beziehen. In den Versuchen, die der Tabelle I zugrunde liegen, wurde die absolute Differenz der Streichzahlen konstant gehalten. Es betrug also beispielsweise das Verhältnis der Streichzahlen der gegenüberliegenden Flanken in den aufeinanderfolgenden Serien 5:0, 10:5, 20:15 usw., die absolute Differenz war 5. Es zeigte sich, daß der Prozentsatz der Reaktionen mit ansteigender Streichzahl immer mehr abnahm, daß also derselbe absolute Reizunterschied um so wirkungsloser wird, je stärker die Reizung ist. Wählt man dagegen die Streichzahlen so, daß der relative Unterschied zwischen den Reizintensitäten auf beiden Flanken gleich bleibt, z. B. 2:1, 10:5, 20:10 usw. (Tabelle II), dann treten in den verschiedenen Serien nahezu gleich viele Reaktionen auf. Das gilt aber analog wie beim Tastsinn nur bis zu einer gewissen oberen Grenze. Wachsen die Streichzahlen zu sehr an, dann tritt Abstumpfung ein, die sich durch den Rückgang der Reaktionsziffern bemerkbar macht (z. B. 100:50, 100:80). Abgesehen davon zeigen die Zahlen eine sehr schöne Übereinstimmung; wird die eine Flanke doppelt so oft gerieben als die entgegengesetzte, dann wendet sich die Hälfte der Individuen der stärker gereizten Seite zu, die übrigen bleiben gerade. Aber selbst ein relativer Unterschied von 5:4 übersteigt noch bei $\frac{1}{3}$ der Individuen die Schwelle der Unterschiedsempfindlichkeit. Zum Vergleich möge darauf hingewiesen werden, daß beim Menschen bei Gewichtsschätzungen etwa $\frac{1}{3}$ der bereits vorhandenen Belastung hinzugefügt werden muß, damit der Zuwachs als solcher erkannt wird.

Tabelle I. (Absoluter Unterschied gleich)

Absoluter Unterschied = 1				Absoluter Unterschied = 5				Absoluter Unterschied = 10			
Streichzahl	Zahl der Individuen	Es reagierten	das-selbe in %	Streichzahl	Zahl der Individuen	Es reagierten	das-selbe in %	Streichzahl	Zahl der Individuen	Es reagierten	das-selbe in %
1:0	40	31	78	5:0	37	34	92	10:0	48	43	90
2:1	20	11	55	10:5	30	16	53	20:10	17	10	59
5:4	44	15	34	20:15	16	5	31	50:40	15	5	33
10:9	67	21	31	50:45	16	1(?)	(6)	100:90	17	0	0
20:19	14	0	0	100:95	16	0	0				

Tabelle II. (Relativer Unterschied gleich)

Relativer Unterschied 5:1				Relativer Unterschied 2:1				Relativer Unterschied 5:4			
Streichzahl	Zahl der Individuen	Es reagierten	das-selbe in %	Streichzahl	Zahl der Individuen	Es reagierten	das-selbe in %	Streichzahl	Zahl der Individuen	Es reagierten	das-selbe in %
5:1	15	12	80	2:1	20	11	55	5:4	44	15	34
10:2	28	20	71	10:5	30	15	50	10:8	17	5	30
20:4	27	20	74	20:10	17	10	59	20:16	28	8	29
50:10	14	10	81	50:25	14	8	57	50:40	15	5	33
100:20	13	11	85	100:50	15	3	20	100:80	15	1(?)	(7)

Die bisherigen Angaben beziehen sich auf Experimente, bei denen der ganze Keimstengel gestrichen wurde. Wie verhalten sich nun die Keimlinge, wenn nur lokal gereizt wird? Versuche derart sind besonders deshalb wertvoll, weil sie uns Aufschluß geben können sowohl über die Verteilung der Sensibilität als auch über das Reizleitungsvermögen. Wenden wir uns wieder einem der günstigsten Versuchsobjekte, Keimlingen von *Agrostemma*, zu. Reizt man ca. 5 mm der Spitzenzone, dann beginnt sich zunächst bloß diese nach kurzer Zeit zu krümmen, aber im weiteren Verlauf greift bei der Mehrzahl der Individuen die Reaktion auf tiefere Regionen über, so daß schließlich die ganze noch wachstumsfähige Region an der Krümmung teilnimmt; wir haben hier also ein Beispiel für ausgesprochene basipetale Reizleitung. Dieses Verhalten ist keineswegs verwunderlich; beim Phototropismus kommen ganz analoge Fälle vor. Interessanter ist der umgekehrte Versuch: Reizung der Basis, besonders dann, wenn man so tiefe Regionen wählt, daß man voraussetzen kann, das Wachstum sei hier schon abgeschlossen. Ist hier das Perzeptionsvermögen erhalten geblieben? Die Versuche führten zu einem bejahenden Ergebnis. Wählt man zunächst junges Material, bei dem meistens noch der ganze Stengel in Streckung begriffen ist, dann erscheint bei zahlreichen Individuen die Krümmung zuerst am Stengelgrunde und greift fortschreitend auf höhere Zonen über. Ein Teil der Versuchsserie verhält sich freilich anders: die Krümmung beginnt nicht in der Perzeptionszone, sondern wenig unterhalb der Stengelspitze, dort, wo der maximale Zuwachs erfolgt, und erst im weiteren Verlauf wird auch die gereizte Basis mit einbegriffen. Arbeitet man nun mit älterem Keimlingsmaterial, dann ist dieser Reaktionstypus vorherrschend, und es tritt häufig ein, daß die Krümmung die Perzeptionszone gar nicht mehr erreicht, und zwar deshalb, weil die ausgewachsene Basis ihre Reaktionsfähigkeit verloren hat. Aus diesen Versuchen kann man zweierlei schließen: 1. daß die Sensibilität keineswegs mit der Einstellung des Wachstums erlischt, und 2. daß der Reiz auch in akropetaler Richtung geleitet werden kann. Hinzugefügt muß freilich werden, daß die Zahl der Reaktionen um so geringer ausfällt, je tiefere Zonen der Reizung unterliegen.

Um die geschilderten Verhältnisse zu beleuchten, sind 2 Keimlinge dargestellt, die lokal gereizt wurden. Fig. 3 zeigt einen Keimling von *Agrostemma*, der basal, Fig. 4 einen solchen von *Ricinus communis*, der an der Spitze gestrichen wurde.

So, wie es bisher dargelegt wurde, gestalten sich die Vorgänge bei den meisten Dikotyledonen; die Gramineen dagegen folgen einem anderen Typus. Greifen wir das Beispiel *Panicum miliaceum* heraus. Ein Keimling von *Panicum* besitzt eine ziemlich kurze Koleoptile und ein je

nach der Entwicklungsphase 2—4-mal so langes Hypokotyl. Das Hypokotyl selbst verhält sich in allen wesentlichen Zügen wie der Keimstengel einer Dikotyledone, nur daß die Reizleitungsvorgänge etwas zurücktreten. Bei lokaler Reizung nimmt der Reizerfolg ziemlich rasch ab, wenn man von der Spitze nach der Basis fortschreitet. Die Koleoptile dagegen ist gegen Berührungsreize ziemlich unempfindlich. Es bedarf wiederholten, kräftigen Reibens, um überhaupt eine Reaktion zu erzielen, die dann mitunter gar nicht in der Koleoptile selbst, sondern im Hypokotyl, und zwar zu oberst in der maximalen Wachstumszone, zum Ausdruck kommt. Diese Verhältnisse verdienen deshalb Beachtung, weil sie uns zeigen, daß *Panicum*keimlinge auf Berührungsreize in ganz anderer Weise reagieren als auf Lichtreize. Schon Darwin hat gefunden, daß bloß die Koleoptile



Fig. 3.



Fig. 4.

phototropische Sensibilität besitzt, während bei ausschließlicher Belichtung des Hypokotyls jede Wirkung unterbleibt. Dabei ist es aber zu einer Trennung von Reaktionszone und Perzeptionszone gekommen. Eine phototropische Reizung der Koleoptile verursacht nicht etwa eine Reizbeantwortung in der Koleoptile selbst, sondern die Krümmung erscheint ähnlich, wie dies mitunter bei haptotropischer Reizung erfolgt, in der Hypokotylspitze.

Panicum ist ein Vertreter derjenigen Gramineen, bei denen die Koleoptile kurz bleibt und bald ihr Wachstum einstellt, während das Hypokotyl zu kräftiger Entwicklung gelangt. Diesen Formen stehen andere gegenüber, die gar kein oder nur ein unbedeutendes Hypokotyl bilden, dafür aber die Koleoptile zu ausgiebiger Entfaltung gelangen lassen. Hierher gehört als bekanntes physiologisches Versuchsobjekt der Hafer (*Avena sativa*). Entsprechend seinem abweichenden morphologischen Aufbau zeigt er auch gegenüber Kontaktreizen ein ganz anderes Verhalten als *Pani-*

cum. Die größte Empfindlichkeit liegt hier nicht im Hypokotyl, sondern, wie schon *Wilschke* gefunden hat, in der Koleoptile. Reizt man nun gleichgroße Zonen der Koleoptile in verschiedenen Höhenlagen, so erhält man durchaus verschiedene Bilder. Die Reaktionen fallen am ungünstigsten aus, wenn man die obersten 2 mm reizt. Dann folgt ein rascher Anstieg bis zur Region maximalen Wachstums (1 cm von der Spitze) und daran anschließend ein sanfter Abfall bis zur Koleoptilenbasis, die noch ein ziemliches Maß von Sensibilität aufweist. Etwas anders verhält sich Hordeum. Hier nimmt die Zahl der Reaktionen bei lokaler Reizung fortschreitend zu, je tiefere Zonen der Koleoptile von dem Berührungseize getroffen werden. Wie bei Panicum, so bestehen auch hier scharfe Gegensätze zwischen Haptotropismus und Phototropismus. Maximal empfindlich für Lichtreize ist beim Hafer die äußerste Spitze der Koleoptile, und basalwärts findet ein sehr rascher Abfall der Sensibilität statt. Die Lichtempfindlichkeit ist hier gewissermaßen auf die Stelle konzentriert, die für das Aufsuchen des Lichtes am besten geeignet ist, während die Berührungsempfindlichkeit viel diffuser über den Organismus verteilt ist; das gilt nicht nur von Avena, sondern von allen Keimlingen. Und wenn sich auch bei lokaler Reizung verschiedener Regionen deutliche Unterschiede in der Stärke der Krümmungen zeigten, so steht damit noch nicht einmal fest, daß die Sensibilität selbst ungleichmäßig verteilt ist. Denn für das Ausmaß der Krümmung kommt nicht nur die Empfindlichkeit, sondern auch die Reaktionsfähigkeit in Betracht, und die Versuche mit ausgewachsenen Stengelregionen von Agrostemma bilden einen Beleg dafür, daß auch nicht reaktionsfähige Zonen den Reiz aufzunehmen vermögen.

(Schluß folgt.)

Technische Mitteilungen.

Sehr genaue Berechnungen über den **Einfluß der Luftverdünnung** in den höheren Schichten der Atmosphäre auf die **Treffweite großer Geschütze** hat *de Sparre* angestellt und hierbei gefunden, daß der hierdurch verringerte Widerstand der Luft die Geschosse um etwa 40 % weiter fliegen läßt, als bei gleichbleibendem Luftwiderstand der Fall sein würde. Er findet für das deutsche Geschütz von 381 mm Kaliber, welches ein Geschöß von 760 kg mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 940 m/sec fortschleudert, in der Feuerstellung unter 45° bei gleichbleibender Luftdichte eine Treffweite von fast 26 km, die mit einer Endgeschwindigkeit von 344 m/sec erreicht wird. Den höchsten Punkt seiner Bahn würde dieses Geschöß mit einer Geschwindigkeit von 284 m/sec in einer Höhe von fast 9½ km durchteilen. Wird aber unter den gleichen Umständen die Bahn des Geschosses bei Berücksichtigung der abnehmenden Luftdichte in den höheren Schichten berechnet, so ergibt sich, daß es seine größte Höhe im Betrage von 12 171 m in einer Entfernung von 21 098 m und mit einer Geschwindigkeit von 386 m/sec erreicht.

Beim Sinken steigt seine Geschwindigkeit bis auf einen Höchstwert von 437 m/sec, der in einer Entfernung von 33 940 m und in einer Höhe von 5799 m eintritt. Das Aufschlagen auf den Boden erfolgt dann in einer Entfernung von 38 427 m mit einer Geschwindigkeit von 433 m/sec und unter einem Neigungswinkel von 57° 56'. Diese Rechnung stimmt mit der Erfahrung gut überein, da die deutschen Geschütze vor Düinkirchen Treffweiten von 38 km erreicht haben. Des weiteren berechnet *de Sparre* auch für das deutsche Geschütz mit dem Kaliber 406,4 mm, das ein Geschöß von 920 kg mit 940 m/sec Geschwindigkeit aussendet, die Geschößbahn bei 45° Neigung. Der höchste Punkt der Bahn befindet sich in einer Entfernung von 21 835 m und liegt 12 521 m hoch. In ihm hat das Geschöß eine Geschwindigkeit von 396 m/sec. Sein Treffpunkt liegt 40 219 m entfernt und wird mit einer Geschwindigkeit von 451 m/sec unter einem Winkel von 57° 57' erreicht. Die ballistischen Tabellen, welche diesen Rechnungen zugrunde liegen, beziehen sich auf eine Temperatur von 15° und einen Druck von 750 mm. Für die Temperatur von 28° und einen Druck von 740 mm würde die Bahn des 381-mm-Geschosses die gleiche sein, wie sie für das 406,4-mm-Geschöß berechnet ist. Die Treffweite würde aber unter diesen Umständen 1792 m größer sein. Ebenso würde bei 2° und 760 mm Druck die Treffweite um einen entsprechenden Betrag sich verringern. Man sieht aus diesen Angaben, daß Temperatur und Luftdruck einen außerordentlich großen Einfluß auf die von den Geschossen großer Geschütze erreichten Weiten ausüben. (*C. R.* 161, 765, 1915 und 162, 496, 1916.)

Der größte Teil des in den letzten Jahren gewonnenen Radiums entstammte dem in Colorado gefundenen Mineral Carnotit, das 1—2 % Uran enthält. Im Bureau of Mines zu Washington (*Technical Paper* 88) sind von *S. C. Lind* und *C. F. Whittemore* 24 Proben dieses Minerals daraufhin untersucht worden, wie sich in ihnen das **Verhältnis des Radiums zum Uran** stellt. Die gefundenen Werte schwankten zwischen 2,48 und $4,6 \times 10^{-7}$ und stimmen also vollkommen überein mit den entsprechenden Werten für die Pechblende, die im Mittel $3,33 \times 10^{-7}$ betragen.

Um der technischen Verwendung des **Kobaltmetalles** eine größere Ausdehnung zu verschaffen, sind seine **physikalischen Eigenschaften** in der Bergakademie der Universität zu Ontario von *H. T. Kalmus* und *C. Harper* in umfangreichen Untersuchungen sorgfältig bestimmt worden. Für unreines Kobalt, wie es als Handelsware mit einem Gehalt von 2 bis 3 % Eisen, Nickel und Kohle käuflich ist, fanden sie die Dichte zwischen 8,66 und 8,8. Für reines Kobalt mit einem Reingehalt von 99,9 % betrug die Dichte, wenn es nicht ausgeglüht war, 8,76, in geglühtem Zustande 8,81 und nach dem Auswalzen 8,92. Die Härte des Kobalts ergab sich nach der Brinellschen Methode zu 100,2—138,6, während Nickel nur Werte von 76,4—85,1 liefert. Wird Kobalt bei einer Temperatur, die eben oberhalb seines Schmelzpunktes liegt, in eine eiserne Form gegossen, so beträgt seine Härte 124,0. Sie ist dann größer als die von Eisen und Nickel bei gleicher Behandlung. Der Schmelzpunkt des reinen Kobalts liegt bei 1467°. Seine Zugfestigkeit beträgt, wenn es nach dem Gießen nicht ausgeglüht wird, 24,2 kg/qcm. Durch Ausglühen wird sie noch erhöht, so daß sie bis auf 26 kg/qcm ansteigt. Das reine Kobalt, das bei einer Temperatur eben oberhalb seines Schmelzpunktes in eine eiserne Form ge-

gossen worden ist, besitzt eine größere Zugfestigkeit, als Eisen und Nickel unter denselben Umständen. Die Dehnung des Kobalts ist nach dem Gießen nur gering, doch wird sie durch Auswalzen bedeutend erhöht, ebenso wie seine Zugfestigkeit, die bei Drähten bis auf 70 kg/qcm gesteigert werden kann. Durch Zusatz von Kohlenstoff im Betrage von 0,06—0,30 % wird die Zugfestigkeit vermehrt. In käuflichem Kobalt mit diesem Kohlenstoffgehalt beträgt sie 43 kg/qcm und die Dehnung 20 % auf 50 mm Zerreißlänge. Bedeutend überlegen ist das Kobalt dem Nickel an Druckfestigkeit, die für Nickel 14,1 kg/qcm und für Kobalt 85,8 kg/qcm ausmacht. Dieser Wert gilt für reines Kobalt, wenn es bei einer Temperatur eben oberhalb seines Schmelzpunktes in eine eiserne Form gegossen worden ist. Durch Ausglühen wird er dann etwas vermindert, auf 82,3 kg/qcm. Noch höher ist die Druckfestigkeit des käuflichen Kobalts bei einem Kohlenstoffgehalt von 0,06—0,30 %. Sie beträgt 123 kg/qcm, wenn das Metall nach dem Gießen in eine eiserne Form nicht ausgeglüht worden ist; durch Ausglühen verringert sie sich auf 100 kg/qcm. In gleicher Weise zeigt das kohlenstoffhaltige Kobalt vorteilhaftere Eigenschaften bei der Bearbeitung. Reines Kobalt läßt sich zwar auf der Drehbank recht gut bearbeiten. Mit einem Gehalt an Kohlenstoff von dem oben angeführten Betrage gibt es aber längere Drehspäne. Ebenso kann man käufliches Kobalt ohne weiteres zu Drähten von beliebig kleinem Durchmesser ziehen, reines Kobalt hingegen erfordert eine besondere Behandlung durch die Wärme in ähnlicher Weise, wie sie beim Wolfram stattfindet. Der elektrische Widerstand des reinen Kobalts beträgt bei 18° $8,96 \times 10^{-6}$ Ohm für 1 cm, ist also fünfmal so groß als der des reinen Kupfers. Für das käufliche Kobalt wurden Werte von 10,3 bis $23,1 \times 10^{-6}$ Ohm gefunden. Die spezifische Wärme ergab sich zu 0,1056 zwischen 15 und 100°. Die mechanischen Eigenschaften des Kobalts haben sich hiernach als günstiger denn die des Nickels und zum Teil auch als die des Eisens erwiesen. (*J. of Ind. and Eng. Chem.* 7, 6, 1915.)

Bei Bauten, die aus Zement mit eingebettetem Eisen errichtet worden sind, haben öfters elektrische Ströme, die aus schlecht isolierten Stellen der elektrischen Leitungen ausgetreten waren, schwere Schäden verursacht. Von *H. A. Gardner* sind Versuche darüber angestellt worden, um durch **Farbanstriche des Eisens seine elektrolytische Zersetzung zu verhindern**. Bei den Proben wurden Zementzylinder mit eingesetzten Eisenstangen

Spannungen von 30 Volt ausgesetzt. In den Fällen, wo die Stangen keinen Schutzüberzug oder keinen Überzug von hinreichender Wirksamkeit erhalten hatten, trat ein Rosten des Eisens und darauf ein Zerspringen des Zements ein. Zu den Farbanstrichen wurden Teer, Harze, Wasserglas, Leimlösung, Wasser- und Ölfarben, Mennige, Chromgelb, Eisenchromat usw. verwandt. Von diesen Stoffen wurde ein sicherer Schutz gegen die elektrolytische Zersetzung bewirkt, wenn sie folgenden Bedingungen entsprachen: 1. Die als Träger des Farbstoffes dienende Flüssigkeit soll aus gekochten oder verdickten Ölen oder anderen Stoffen bestehen, die leicht zu festen Schichten eintrocknen, und zwar mehr durch teilweise Polymerisation als durch Oxydation, dabei aber eher eine matte als eine hochglänzende Oberfläche annehmen. 2. Der feste Bestandteil des Farbanstriches soll zu einem großen Teil aus einem groben Farbstoff bestehen, der aber geeignet ist, dem Anstrich eine rauhe Oberfläche zu geben. Der Farbstoff darf ferner kein Leiter der Elektrizität sein und muß entweder basischen Charakter haben oder ein Chromat sein. 3. Das mit dem Farbanstrich versehene Eisen soll, bevor der Anstrich völlig getrocknet ist, mit Sand bedeckt werden, so daß es das Aussehen von grobem Sandpapier erhält. Hierzu benutzt man am besten feinen, reinen, weißen Sand (*J. Ind. and Eng. Chem.* 7, 504, 1915).

Für die **Vernicklung von Aluminiummetall** gibt *M. J. Carnac* folgendes Verfahren an: Das Aluminium wird in kochender Pottaschelösung zunächst gereinigt und dann in Kalkmilch gebracht. Nachdem es darauf für einige Minuten in ein Bad von Cyankali eingetaucht ist, wird es der Wirkung einer Lösung von 1 g Eisen in 1 l 50-prozentiger Salzsäure ausgesetzt. Wenn es hiervon in reinem Wasser abgewaschen ist, kann die Vernicklung vorgenommen werden. Diese erfolgt in einem Bade, das auf 1 l Wasser 3,5 g Nickelchlorid und 1,5 g Borsäure enthält, und wird mit einem Strom von 1 Amp. auf 1 qdem bei 2,5 V Spannung ausgeführt. Das gute Haften des Nickelniederschlags wird bei diesem Verfahren durch die sorgfältige Reinigung und durch das vorherige Überziehen mit Eisen erzielt. Daß in dem Eisenbad wirklich ein Eisenüberzug auf dem Aluminium hergestellt wurde, konnte durch eine magnetische Wage bestätigt werden. Das Nickel haftet hierdurch so fest an dem Aluminium, daß es nicht von ihm losgelöst werden kann, ohne daß zugleich Aluminiumteilchen fortgerissen werden (*J. Ind. and Eng. Chem.* 7, 263, 1915). *A. Mahlke, Hamburg.*

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

30. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Prof. *Emil Waelsch* in Brunn übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: *Quaternionen und binäre Formen zu den Minkowskischen Grundgleichungen der Elektrodynamik* (III. Mitteilung). Das w. M. Hofrat Prof. *R. v. Wettstein* legt eine Arbeit von Frau *Emma Jacobsson-Stiasny* vor mit dem Titel: *Fragen vergleichender Embryologie der Pflanzen. I. Formenreihen mit sechzehnkeimigen Embryosäcken*. — Das k. M. Prof. *F. v. Höhnel* übersendet eine Abhandlung von *Josef Weese* mit dem Titel: *Beiträge zur Kenntnis der Hypocreaceen* (I. Mitteilung). — Das k. M. Prof. *Herzig* übermittelt eine von Prof. *Hans Meyer* und

Dr. *Alice Hofmann* im Chemischen Laboratorium der k. k. Deutschen Universität Prag ausgeführte Arbeit, betitelt: *Über Pyrokondensationen in der aromatischen Reihe*. In diesem ersten Teil einer auf breiterer Basis angelegten Arbeit werden nach der Versuchsanordnung von *Walter Löb* die Dämpfe aromatischer Verbindungen der Einwirkung einer glühenden Platinspirale, deren Temperatur dem Einzelfalle angepaßt wird, ausgesetzt. Eine Anzahl älterer Beobachtungen über derartige pyrogene Reaktionen wird ergänzt und berichtet und neue Beobachtungen mitgeteilt. Die Schlüsse, die sich aus den Resultaten dieser Arbeit ziehen lassen, sollen später mitgeteilt werden. — Prof. *Rudolf Andreasch* an der Technischen Hochschule in Graz übersendet folgende Abhandlungen: 1. *Über substituierte Rhodanine und einige ihrer Aldehydkondensationsprodukte*. XIII. Mitteilung, von *R. Andreasch*. In dieser Ab-

handlung wird eine Reihe weiterer Kondensationsprodukte von Phenylrhodanin, Phenylsenfölglykolid usw. mit Resorcyaldehyd, *p*-Aminobenzaldehyd, Isophthalaldehyd und Isatin beschrieben. 2. *Zur Kenntnis der Rhodanine, Parabansäuren und verwandter Körper*, von Karl Stieger. In dieser Abhandlung werden das Isoamylrhodanin und dessen Kondensationsprodukte mit einigen Aldehyden und die Darstellung des Isoamylsenföles aus dem Isoamylthiocarbaminsäuren Kalium und Chlorkohlensäureester beschrieben. Aus diesem Senföle wurden verschiedene Thioharnstoffe, Thioparabansäuren und Parabansäuren dargestellt. Aus Thiodiglykolsäure und Salicylaldehyd wurde nach der Methode von Perkin ein Thiodicumarinyl erhalten.

Das w. M. Prof. E. Brückner legt den Bericht von N. Krebs über den ersten Teil der geographisch-geologischen Studienreise nach Serbien vor, die von der k. k. Geographischen Gesellschaft mit Unterstützung der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften vom 15. Mai bis 22. Juni 1916 durchgeführt wurde. An ihr beteiligten sich Universitätsprofessor O. Abel als Geologe und der Berichterstatter als Geograph. Die Expedition führte von Belgrad über Grocka nach Semendria, Jagodina und ins Juhorgebirge nach Kruševac, Užice und über Valjevo und Arangelovac nach Belgrad zurück. Neben den morphologischen Studien wurden auch allgemein landeskundliche, speziell auch anthropogeographische und wirtschaftsgeographische Studien angestellt, die wertvolles Material boten.

Das w. M. Hofrat Franz Eder legt vor: *Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität Nr. LIII; Zusammenfassender Bericht über die Beobachtungen an der luftelektrischen Station Seham in den Sommern 1908—1915. I. Teil: Leitfähigkeit, Feldstärke und vertikaler Leistungsstrom*, von E. v. Schweidler.

6. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Prof. Hans Molisch legt eine in der botanischen Abteilung der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften durchgeführte Arbeit vor, unter dem Titel: *Wachstumsreaktionen von Keimlingen, hervorgerufen durch monochromatisches Licht. II. Blau und Grün*, von Helene Jacobi. (Mittteilung Nr. 21 aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften.) a) Sowohl blaues als auch grünes Licht ruft bei kürzerer oder längerer Einwirkungsdauer (1 Minute bis 1 Stunde) eine Beschleunigung des Längenwachstums der Keimlinge von *Triticum vulgare* im Vergleich zur Dunkelpflanze hervor. b) Diese Beschleunigung verschwindet nach einigen Tagen; es tritt Verzögerung des Wachstums ein, welcher wieder eine Beschleunigung folgt, die dann gleichfalls abklingt.

Prof. Dr. Emil Frons in Wien übersendet ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität mit der Aufschrift: *Thymus und Geschlechtsrichtung*. — Das k. M. Hofrat Dr. J. M. Eder übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: *Das Bogenspektrum des Samariums*. — Prof. Emil Waelsch in Brünn übersendet eine Abhandlung mit dem Titel: *Binäranalyse des vierdimensionalen Vektorraumes*. — Das k. M. Prof. Herzog übermittelt zwei im Chemischen Laboratorium der k. k. Deutschen Universität Prag ausgeführte Arbeiten, und zwar: 1. Dr. Alfred Eckert: *Über den Verlauf der Kalischnmelze ungesättigter hoher Fettsäuren*. Es wird gezeigt, daß die Wagnersche Theorie für diese Reaktion nicht zutrifft. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die Doppelbindung unter der Einwirkung des Alkalis bis an das Ende der Kette wandert, worauf dann Spaltung an dieser Stelle eintritt. 2. Dr. Alfred Eckert und Dr. Rudolf Pollak: *Über Reduktionen mittels Aluminiumpulver in konzentrierter schwefelsaurer Lösung*. Aromatische Ketone lassen sich in schwefelsaurer Lösung mit Aluminium zu Hydroxyderivaten reduzieren. Aus Anthrachinon wurde Anthrahydrochinon erhalten.

Benzophenon ergab β -Benzpinakolin, Benzoylbenzoesäure das Dilakton der Dioxytetraphenyläthandicarbonsäure. Anthrachinonsulfosäuren lieferten die bisher unbekannten Anthrahydrochinonsulfosäuren, die in Form ihrer Acylderivate charakterisiert wurden.

Das w. M. Hofrat Prof. R. v. Wettstein hat in der Sitzung vom 30. Juni l. J. eine vorläufige Übersicht über die Vegetationsstufen und -formationen von Juennan und SW-Setschuan von Dr. Heinrich Frh. v. Handel-Mazzetti überreicht.

Das w. M. Prof. Dr. F. Hochstetter legt eine zur Aufnahme in den „Denkschriften“ bestimmte Abhandlung von Prof. Dr. S. v. Schumacher in Innsbruck verfaßte Abhandlung vor, betitelt: *Histologische Untersuchungen der äußeren Haut eines neugeborenen Hippopotamus amphibius L.* Anschließend an die makroskopischen Untersuchungen toldti unterzog Verfasser die Flußpferdhaut einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung und nimmt bei dieser Gelegenheit zu Streitfragen über den Bau der Haut im allgemeinen, namentlich der Epidermis Stellung. Die meisten Merkmale der Flußpferdhaut, durch die sie dieselbe von der Haut des Schweines unterscheidet, lassen sich als Anpassungserscheinungen an die amphibische Lebensweise erklären; so der Schwund der Fellhaare und Talgdrüsen (und als Folge hiervon), die Verdickung und der Pigmentreichtum der Epidermis, die mächtige Entwicklung der Papillen, das Auftreten von Schleimdrüsen an Stelle der Schweißdrüsen. Nur die Ohrmuschelhaut, die gewissermaßen von der amphibischen Lebensweise ausgeschaltet erscheint, nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als sie ganz ähnlich gebaut ist wie die Haut ausschließlich landlebender Säugetiere.

Das w. M. Hofrat Prof. Dr. K. Grobben legt eine vorläufige Mitteilung von Dr. Otto v. Wettstein vor, betitelt: *Neue Affen und Fledermäuse aus Nordost-Afrika*. Beschrieben werden: 1. *Cercopithecus (Chlorocebus) toldti n. sp.*, 2. *Papio werneri n. sp.*, 3. *Eptesicus rectitragus n. sp.*, 4. *Scotoecus cinnameus n. sp.*, 5. *Nyctinomus (Nyctinomus) tongaensis n. sp.*

Prof. Dr. O. Abel erstattet einen vorläufigen Bericht über die geologischen Ergebnisse der Expedition nach Serbien im Mai und Juni 1916.

Eines der Hauptziele der Expedition bestand in der Feststellung der Ausbreitung des marinen Jungtertiärs in Serbien. Der südlichste Punkt, bis zu welchem die miozänen Leithakalkbildungen verfolgt werden konnten, liegt östlich von Valjevo und bezeichnet den Südrand einer Bucht des innerösterreichischen Miozänmeeres; die südlicher gelegenen Jungtertiärbildungen sind durchwegs Süßwasserabsätze, die bei Mionica viele Pflanzenreste enthalten. Die Überprüfung verschiedener Profile führte zum Nachweise des Auftretens verschiedener Horizonte der Trias und Juraformation (z. B. Werferer Schiefer, schwarze Kalke der Untertrias, Klauskalke) sowie von Verrucano, Gröderer Sandstein, altpaläozoischer Grauwacken usw. Im Flysch des Ljigales wurden bei Kadaluka Inoceramen entdeckt und damit das Oberkreidealter festgestellt. Bei Kosjerici wurde Gosaukreide gefunden und an verschiedenen Stellen neue Erzvorkommen entdeckt, die vorwiegend Kupfer und Blei führen.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

1. Juli.

Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Herr J. Ranke legt eine Abhandlung des Professors Dr. F. Birkner vor über *Ausgrabungen*, die dieser mit Unterstützung der Akademie im Schulerloch im unteren Altmühltale im Jahre 1915 ausgeführt hat.

Die Grabung ergab oberflächlich eine dünne humöse, schwärzliche Schicht mit Funden aus der frühen Bronzezeit, dann eine 4 m mächtige diluviale Schichte mit Mammut, Rhinoceros tichorhinus, Höhlenlöwe, Höhlenbär, Höhlenhyäne, Steinbock, Renntier, Pferd usw. Die Fauna entspricht einer kalten Periode des Diluviums.

Ebenso einheitlich wie die Reste der Tierwelt sind auch die Kulturreste des Menschen; sie gehören der nach allen bisherigen Funden ebenfalls der kalten Periode zuzurechnenden Kulturstufe der Mammutzeit an, welche nach Funden bei Le Moustier in der Dordogne als Moustierstufe bezeichnet wird. Es fanden sich nur wenige nur als gelegentliche Instrumente benützte Knochen, dagegen sehr zahlreiche (etwa 2000) „Werkzeuge“ aus Kieselsäuregesteinen (Hornstein, Jaspis, Quarz, Quarzite). Die Werkzeuge stellen Schalen, Spitzen, Kratzer, Klingen in verschiedener Ausbildung und Größe dar, wie sie zuerst aus den klassischen Fundstellen Frankreichs und Belgiens bekannt geworden sind. Die Untersuchung ist deshalb besonders wichtig, weil hier eine reine Moustierschicht vorliegt ohne Vermischung und Berührung mit älteren und jüngeren paläolithischen Stufen.

(Erscheint in den Abhandlungen.)

2. Herr A. Rothpletz legte eine Arbeit des Konservators Professor Dr. Schlosser vor, in der interessante neue Funde von tertiären und diluvialen Land bewohnenden Wirbeltieren aus Franken beschrieben werden.

Marderartige Raubtiere wohnten zur Oligocänzeit bei Mörsheim in Spalten des lithographischen Schie-

fers und wurden darin von plötzlich eingeschwenktem Lehm lebendig begraben. Im Juradolomit eingesenkt lag zur jüngeren Miocänzeit bei Attenfeld nördlich von Neuburg a. D. ein trichterförmiger Quelltümpel zur Tränke gehender Tiere, die versehentlich hineinfielen; sie konnten sich nicht mehr herausarbeiten und ertranken darin. So sammelten sich von 30 Arten die Überreste an, unter denen besonders die vom Nashorn, einem Vorfahren des Pferdes, des Schweines, von verschiedenen Hirscharten, Marder, einem neuen Geschlecht der Subursi (*Aelururus*), von Maulwurf, Pfeifhase, Vögeln, Schlangen, Eidechsen und sehr vielen Landschildkröten (*Testudo*) erwähnenswert sind.

Die Buchenhüller Höhle bei Eichstätt, die Karl Gareis ausgegraben hat, lieferte von diluvialen Landbewohnern Reste von Mammut, Nashorn, Pferd, Bison, Edelhirsch, Riesenhirsch, Rentier, Wolf und Hyäne. Die Überreste, die im Luitpold-Museum in Eichstätt aufgestellt sind, zeigen deshalb einen so guten Erhaltungszustand, weil die Tiere zuerst in eine wasserführende Doline gefallen und darin begraben worden waren. Nachträglich erst stürzte der ganze Inhalt der Doline in die darunter befindliche Höhle herunter.

(Erscheint in den Abhandlungen.)

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Mai 1916.

Über Mischungsprismen und ihre Anwendung; von Hugo Krüß. Verfasser beschreibt einige Prismenzusammenstellungen, die zwei unter verschiedenen Richtungen auf solche Prismen fallende Strahlenbüschel so vereinigen, daß sie in einer und derselben Richtung wieder als vollkommen gemischtes Strahlenbündel austreten. Da Verfasser solche Prismen zu photometrischen Zwecken benutzen will, so stellt er die weitere Bedingung, daß die durch das Mischungsprisma bewirkte Lichtschwächung die beiden gemischten Bündel in gleichem Maße beeinflusst.

Physikalische Zeitschrift; Heft 9, 1916.

Über die Frage der Elektrizitätsladungen, welche die der Elektronen unterschreiten; von Fritz Zerner. Meine Behauptungen bleiben in erweitertem Umfange bestehen. 1. Auch in den Messungen Millikans und Fletchers sind Beweise für die Existenz von Ladungen enthalten, welche den Wert von $4,78 \cdot 10^{10}$ elektrostatischer Einheiten bedeutend unterschreiten. — 2. Die Gleichungen der Brownschen Bewegung liefern auch auf Öltropfen angewendet Werte für e , die von den aus den Widerstandsgesetzen erhaltenen abweichen. Erneuert wurden diese Nachweise an den Messungen F. C. Eyrings geführt.

Grundlegung der Kinematik einer physikalischen Welle von elementarer Schwingungsform. I; von Karl Uller. Es wird gezeigt, daß die Wellengleichung, sofern sie homogen und linear ist, stets in zwei zerfallen muß. Auch etwaige Nebenbedingungen unterliegen dem Zerfall.

Die Bahn der Schallstrahlen in der Luft unter dem Einfluß der Temperatur; von V. Kommerell. Es wird nachgewiesen, daß die Schallstrahlen unter Voraussetzung gleichmäßiger Temperaturabnahme bzw. -zunahme mit der Höhe zyklischen beschreiben. Diese Zykloiden sind nach oben konvex, wenn die Temperatur mit der Höhe abnimmt, konvex, wenn sie zunimmt, und können durch Abrollen eines vertikalen Kreises auf der Horizontalen, in der (bei gleichmäßiger Temperaturänderung) der absolute Nullpunkt erreicht wurde, erzeugt gedacht werden. Die „Zone des Schweigens“ läßt sich indes durch dieses rechnerisch abgeleitete Ergebnis, wie weiter gezeigt wird, nicht vollständig und befriedigend erklären.

Über einen Vakuumspektrographen zur Aufnahme von Hochfrequenzspektren und eine mit demselben ausgeführte vorläufige Untersuchung der seltenen Erden; von Manne Siegbahn und Einar Friman. Es wird ein Vakuumspektrograph beschrieben, der wesentliche Vorteile gegenüber dem von Moseley früher benutzten anbietet. Erstens läßt sich der Kristall drehen, zweitens ist gute Fokussierung möglich, und drittens wird die als Scheidewand zwischen dem Spektrographen und dem Röntgenrohr dienende dünne Folie direkt an den 0,1 mm weiten ersten Spalt angebracht. Mit dem betreffenden Spektrographen wurden die $L\alpha$ -Linien der seltenen Erden (mit Ausnahme von $Tu I$ und $Tu II$) aufgenommen. Eine Prüfung der Messungsergebnisse nach der Moseleyschen Beziehung stellte die gewöhnlich angenommene Reihenfolge der Elemente fest.

Physikalische Zeitschrift; Heft 10, 1916.

Die Instabilität des Bohr-Debyeschen Wasserstoffmoleküls und die Dispersion von Wasserstoff; von H. J. van Leeuwen.

Zum Bohrschen Atommodell; von M. Wolfke. Durch Berücksichtigung der aus der Quantentheorie folgenden Beziehung zwischen der Elementarladung und dem Wirkungsquantum wird auf Grund der neuesten experimentellen Daten der Beweis geführt, daß das Bohrsche Wasserstoffatom und nicht das Debyesche Wasserstoffmolekül als Träger der Balmerischen Serie zu betrachten ist.

Physikalische Zeitschrift; Heft 11, 1916.

Zur Theorie des Wechselstrom-Gleichstrom-Effektes und der elektrischen Nachwirkung im Wismut; von T. Heurlinger. Es wird in dieser Arbeit versucht, den Wechselstrom-Gleichstrom-Effekt und die damit zusammenhängende elektrische Nachwirkung zum Teil auf die galvano- und thermomagnetischen Effekte zurückzuführen.

Bemerkungen zum Thomson-Effekt in glühenden Drähten; von W. König. Der Verfasser behandelt theoretisch und experimentell die Frage, ob beim Thomson-Effekt in glühenden Drähten der Peltier-Effekt an den Drahtenden von merklichem Einfluß sein kann, und kommt zu dem Schluß, daß dies nicht der Fall ist.

Über die Extinktion des Lichtes; von C. W. Oseen. In einer Flüssigkeit oder einem Gase findet aus zwei verschiedenen Gründen eine Zerstreuung und eine dadurch bedingte Extinktion statt. Die eine wird von den Molekeln selbst, die andere von den Schwankungen der Dichte hervorgerufen. Der Extinktionskoeffizient bekommt deshalb den Wert $\frac{64 \pi^3 (\mu - 1)^2}{3 \lambda^4 N}$. Da dieses

Ergebnis mit den Tatsachen in Widerspruch zu stehen scheint, so ist wahrscheinlich die Maxwell-Lorentzsche Elektrodynamik zu verwerfen.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 5, Mai 1916.

Bodentemperatur und Sonnenstrahlung in den Schweizer Alpen; von Jul. Maurer. Bodenwärme und Sonnenstrahlung auf den alpinen Höhen hängen eng zusammen. Der Verfasser sucht eingangs eine anschauliche Vorstellung zu geben von den immens gesteigerten Werten solarer Wärmestrahlung, wie sie der Hochregion, namentlich über den bekannten Gebieten größerer Massenerhebung (Wallis und Graubündnische Ostalpen), zugute kommen, und zeigt auch deren eminente Bedeutung für den ganzen Wärmehaushalt des Hochgebirges, insbesondere hinsichtlich Schmelzkraft, Verdunstung und Bodenerwärmung. Aus dem ziemlich reichhaltigen Material von Bodentemperaturen der verschiedensten Höhengniveaus der Schweizer Alpenregion, das im Laufe der letzten 50 Jahre gewonnen worden ist, werden dann einige praktische Resultate abgeleitet, um namentlich die Änderung der Bodentemperatur mit der Höhe und ihren Unterschied gegen die Lufttemperatur für die westalpine Zone genauer festzustellen.

Messungen von Glorien und Nebelbogen auf dem Sonnblick; von Wilhelm Schmidt. Es wird nachgewiesen, daß die Erklärung der Glorien, d. i. der farbigen Ringe um den Schatten des Beobachters auf einer Nebelwand, durchaus nicht ganz sichergestellt ist. Wahrscheinlich spielt nicht bloß Beugung, sondern auch mehrmalige Reflexion im Inneren der einzelnen Tröpfchen mit, woraus sich dann beobachtete Unregelmäßigkeiten erklären ließen. Berechnung der Nebelbogen scheint wieder andere, von Glorien und Kränzen weiter abweichende Ergebnisse zu liefern, so daß auch hier die Theorie einer Nachprüfung bedarf.

Stationäre Bewegungsfelder; von H. U. Sverdrup. Mit Hinblick darauf, daß in der Meteorologie eine falsche Bedingung der Stationarität eines Bewegungsfeldes mehrmals verwendet worden ist, wird die Definition der stationären Bewegung wiedergegeben, und die partiellen Differentialgleichungen des einem gegebenen Druckfelde entsprechenden stationären Bewegungsfeldes der Luft in der Nähe des Erdbodens werden aufgestellt.

Messungen der Vertikalgeschwindigkeit an Wolken; von Wilhelm Schmidt. Zwei an demselben Punkte in kurzem Zeitabstand gewonnene photographische Aufnahmen derselben Wolke lassen sich in einfacher Weise zum Ausmessen und Veranschaulichen der verhältnismäßigen Vertikalgeschwindigkeiten verwenden. Ihre in den einzelnen Teilen verschiedenen Werte folgen sofort aus stereoskopischer Betrachtung. In einem Fall von Schönwetterhaufenwolken wurde so an der Vorderseite ständiges Aufsteigen und Neubildung nachgewiesen, an der Rückseite Absteigen und Auflösen.

Bureau of Standards; 1915.

Der „Schwerpunkt“ und die „wirksame Wellenlänge“ der Durchlässigkeit der Farbfilter für Pyrometer und die Extrapolation der Skala für hohe Temperaturen; von P. D. Foote. (Scient. paper Nr. 260.) Da die „wirksame Wellenlänge“ eines Farbfilters nicht mit dem Schwerpunkt seiner Durchlässigkeitskurve zusammenfällt, so gilt die gewöhnlich benutzte Beziehung zwischen der wahren Temperatur T und der gemessenen „schwarzen“ Temperatur S eines Körpers $1/T - 1/S = A$

($A = \text{konst.}$) nicht, wenn man ein Absorptionsglas, Nikolsches Prisma oder eine Sektorscheibe bei einem Pyrometer verwendet, welches, wie z. B. das Holborn-Kurlbaumsche, nicht mit streng monochromatischem Licht arbeitet. A ist vielmehr eine Funktion der Temperatur des strahlenden Körpers. Aus demselben Grunde ist bei Verwendung mehrerer absorbierender Gläser A auch nicht gleich der Summe der einzelnen Konstanten.

Studium von Instrumenten zur Messung strahlender Energie im absoluten Maße; eine absolute Thermosäule; von W. W. Coblentz und W. B. Emerson. (Scient. paper Nr. 261.) Zur Bestimmung der Konstanten des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes wird eine empfindliche Wismut-Silber-Thermosäule benutzt; die Strahlung fällt indessen nicht direkt auf diese, sondern auf einen geschwärzten Metallstreifen, welcher als Empfänger für die Strahlung dient oder durch elektrische Heizung selbst als Strahler gebraucht werden kann. Infolgedessen kann er auch als Normalstrahlungsquelle dienen, um das aus Thermosäule und Galvanometer bestehende Radiometer zu eichen. Die Genauigkeit der Messung beträgt bei Benutzung eines Streifens 1 %, während die Messungen an Streifen aus verschiedenem Material und mit verschiedenen Abmessungen im allgemeinen um 1,5 bis 2 % voneinander abweichen.

Der gegenwärtige Stand der Bestimmung der Konstanten der Gesamtstrahlung des schwarzen Körpers; von W. W. Coblentz. (Scient. paper Nr. 262.) Es werden die Korrekturen bestimmt, welche wegen des Reflexionsverlustes, der Absorption in der Luft und der Abweichung des in der vorstehenden Arbeit benutzten Empfängers von dem Zustande des schwarzen Körpers anzubringen sind. Aus 304 Paaren von Messungen an 10 verschiedenen Streifen ergibt sich die Stefan-Boltzmannsche Konstante zu $\sigma = 5,74 \cdot 10^{-12}$ Watt . cm⁻² . Grad⁻⁴ bzw. $1,37 \cdot 10^{-12}$ Grammkalorien . cm⁻² . Grad⁻⁴.

Die Herstellung von reinem Eisen und von Eisenkohlenstofflegierungen; von J. R. Cain, E. Schramm und H. E. Cleaves. (Scient. paper Nr. 266.) Das reine Eisen wird elektrolytisch unter Benutzung von Gußeisenanoden im Eisenchloridbade mit oder ohne Benutzung von porösen Trögen hergestellt. Durch Zusammenschmelzen dieses Elektrolyteisens mit Zuckerkohle in speziell hergestellten Magnesiatiegeln im Vakuumofen lassen sich Legierungen mit einem Gehalt von Eisen + Kohlenstoff von 99,96 % erzeugen.

Die kolorimetrische Bestimmung von Acetylen und ihre Anwendung zur Bestimmung von Wasser; von E. R. Weaver. (Scient. Paper Nr. 267.) Die Bestimmung des Acetylen beruht darauf, daß dieses aus einer ammoniakalischen Lösung von Kupferchlorür, die Gelatine und Alkohol enthält, das Kupfer als rotes Kolloid ausscheidet; die Färbung der kolloidalen Lösung wird mit der einer geeigneten Normallösung verglichen. Es lassen sich Acetylenmengen von 0,03 mg nachweisen und Beträge von 2 mg aufwärts mit einer Genauigkeit von 0,05 mg bestimmen. Zum Nachweis des Wassergehaltes von Flüssigkeiten bringt man diese in Berührung mit Calciumcarbid und bestimmt das etwa hierbei entwickelte Acetylen wie angegeben. Es läßt sich so ein Betrag von 0,1 mg Wasser qualitativ feststellen.

Konstruktion und Bewährung von jetzt noch verwendeten Schienenstößen und -verbindungen bei elektrischen Straßenbahnen; von E. R. Shepard. (Technologic. paper Nr. 62.) Enthält eine Zusammenstellung der Ergebnisse von Rundfragen und eigenen Beobachtungen über das im Titel angegebene Thema.

Der Isolationsverlust bei Schienen für elektrische Bahnen (Technologic. paper Nr. 63). Eine mathematische Entwicklung des Themas für verschiedene Annahmen über die Verteilung der Leitfähigkeit.

Bestimmung von Kohlenstoff in Stahl und Eisen durch direkte Verbrennung in Sauerstoff bei hohen Temperaturen. (Technologic, paper Nr. 69.) Erhöhung der gewöhnlich verwendeten Temperatur von 1200° bis auf 1450°, wobei der Schmelzpunkt des Eisenoxys überschritten ist, ergeben nur einen um $\frac{1}{100}$ % höheren Kohlenstoffgehalt.

Die Eichung von Aräometern. (Circ. Nr. 16.) Neue Ausgabe der Anweisung zum Gebrauch und zur Eichung von Aräometern, die sich nur durch geringfügige Zusätze und Korrekturen von der früheren unterscheidet.

Die Erkennung von Harz in trocknenden Ölen; von E. W. Boughton. (Technologic, Paper Nr. 66.) Harz wird in trocknenden Ölen nach folgenden Verfahren erkannt: 1. Durch Prüfung auf Harz nach Liebermann und Storch. 2. 0,2 g des Gemisches der unverseifbaren Stoffe, der Fett- und Harzsäuren aus dem trocknenden Öle werden mit 5 ccm 97-prozentigem Alkohol behandelt. Das Auftreten einer merklichen Trübung oder ein Niederschlag von unlöslichen Stoffen zeigt die Gegenwart von Harz an. Kleine Mengen Harz und Kaurikopal können hingegen nach dieser Methode nicht erkannt werden. 3. 1 g des Gemisches der unverseifbaren Anteile, der Fett- und Harzsäuren wird mit absolutem Alkohol und konzentrierter Schwefelsäure behandelt, und darauf wird durch Titration mit 0,25 normaler Alkalilauge die Säurezahl bestimmt. Eine Säurezahl von über 10 zeigt die Gegenwart von Harz an. Nach diesem Verfahren kann Harz aufgefunden werden, wenn seine Menge wenigstens 6 % der aschenfreien, nicht flüchtigen Anteile des trocknenden Öles ausmacht.

Standardtafeln für Petroleumöle. (Circular Nr. 57.) Von den verschiedenen Ölfeldern der Vereinigten Staaten wurden Proben von rohen und raffinierten Petroleumsorten gesammelt und ihre Dichten bei Temperaturen zwischen 0° und 50° C und bei einem Teile der Proben bis zu 85° C gemessen. Es ergab sich, daß für den praktischen Gebrauch der Grad der Ausdehnung von Petroleum eine Funktion der Dichte und der Temperatur allein ist. Aus den erhaltenen Werten wurden umfangreiche Tabellen angefertigt, die die für das spezifische Gewicht, das Volumen und die Baumégrade beobachteten Werte auf die Standardtemperatur zu reduzieren gestatten. Fernerhin wurden Tabellen aufgestellt, die die Beziehung zwischen spezifischem Gewicht, Baumégraden und Gewicht pro Gallone zeigen.

Magnetische Prüfungen. (Circular Nr. 17.) Die Arbeit umfaßt eine eingehende Schilderung des Umfangs und der Methoden magnetischer Prüfungen, wie sie im Bureau of Standards vorgenommen werden. Fernerhin sind typische Werte und Kurven für die hauptsächlichsten Handelsmaterialien, sowie für die chemischen Elemente und einige wichtige Verbindungen derselben gegeben. Zum Schlusse sind die vom Bureau of Standards veröffentlichten Arbeiten auf magnetischem Gebiet zusammengestellt.

United States Geological Survey; 1915.

Das Vorkommen von Ozokerit im inneren Utah; von Matthew Robinson. Das Bergwachs oder der Ozokerit wurde vor dem Kriege aus Galizien nach Amerika eingeführt; durch die Unterbrechung des Überseeverkehrs ist man deshalb in den Vereinigten Staaten auf das Vorkommen dieses wertvollen Minerals im Staate Utah angewiesen. Der Ozokerit findet sich dort bei Soldier Summit und Colton in Spalten und Breccien vorwiegend in Schichten des Eocän. Nach den Mitteilungen des Bureau of Mines ist die Qualität des gereinigten Ozokerits und Ceresins derjenigen des galizischen Produktes fast gleichwertig, obwohl das

amerikanische Vorkommen kaum einen regelmäßigen Abbau zu versprechen vermag.

Über neue Vorkommen von Alunit bei Marysvale und Beaver im Staate Utah; von G. F. Loughlin. Der Alunit findet sich bei Marysvale in Gängen, welche aus Thermalquellen zum Absatz gelangten, die einem tertiären Monzonitmagma entstammen. In vertikaler Richtung sind dieselben mindestens auf 300 m zu verfolgen und scheinen in geringerer Tiefe als die goldführenden Quarzadern in derselben Region entstanden zu sein. Einer vorläufigen Schätzung nach werden 47 000 t für je 100 Fuß (= 30 m) Tiefe abgebaut werden können, eine Menge, die etwa $\frac{1}{4}$ des jährlichen Verbrauchs an Kali (185 000 t im Jahr 1913) darstellt. Das Alunitvorkommen von Beaver stellt ein Gemenge von Quarz und Alunit dar, hat aber nur ein gewisses wissenschaftliches Interesse. Aus Alunit wird nach einem neueren Verfahren Kaliumsulfat gewonnen, auch versucht man jetzt in Amerika, den rohen oder kalzinierten Alunit direkt als Düngemittel nutzbar zu machen.

Glazialablagerungen eozänen Alters im südwestlichen Colorado; von Wallace W. Atwood (Professional Paper 95 B). Die in vorliegender Arbeit beschriebenen Glazialablagerungen sind vom Alter des unteren Eozän und werden von Konglomeraten des jüngeren Eozän oder des Oligozän sowie von vulkanischem Gestein des späteren Tertiär überlagert. Das Eis, welches diese glaziale Bildung verursachte, ist offenbar von den San Juan-Mountains gekommen; die glaziale und fluviatile Erosion hatte das Gebirge, in welchem das Eis sich eingezeichnete, schon fast abgetragen, noch bevor die tertiären Formationen die Ablagerungen überdeckten. Der Nachweis des Vorhandenseins einer Vereisung am Beginn der Eozänzeit ist prinzipiell sehr interessant und wichtig. Am Schluß der Arbeit wird in einer übersichtlichen Tabelle im Zusammenhang das ganze bisher vorhandene geologische und geographische Material zur Kenntnis von Glazialablagerungen aus verschiedenen Erdteilen angeführt.

Eine Vulkaneruption im oberen Yukonbecken in geschichtlicher Zeit; von Stephen R. Capps (Professional Paper 95 D, S. 59—64). Im oberen Yukonbecken trifft man weitverbreitet eine Schicht feiner vulkanischer Asche an, welche oft zu vegetationslosen Dünenzügen zusammengeweht oder von Schlamm- und Humusboden bedeckt ist. Die Asche besteht aus andesitischem Bimsstein und ist sicherlich viel jünger als die Glazialablagerungen der letzten großen Vereisungsperiode. Am Rande des 140 000 Quadratmeilen großen, von der Asche bedeckten Gebiets ist das Auswurfmaterial ganz schwach gelagert, dagegen besitzt es in der Gegend, an der vermutlich die Eruption stattfand, eine Mächtigkeit von mehreren hundert Fuß; die Gesamtmasse des vulkanischen Materials beträgt etwa 10 Kubikmeilen. Am White-River zeigt ein Aufschluß, daß der Mächtigkeit der überlagernden Torfschichten entsprechend die Eruption vor etwa 1400 Jahren stattgefunden haben muß.

Über das Alter des Ocalakalksteins; von C. Wythe Cooke (Professional Paper 95 J, S. 107—117). Bislang wurde angenommen, daß der in Florida anstehende Ocalakalkstein den Abschluß des unteren Oligozän bilde und deshalb über den Marianna- und „Peninsular“-kalken lagere. Verfasser findet nun aber bei Marianna den Ocalakalk im Liegenden der ersten Formation, überdies stimmen die von Dall (1903) beschriebenen Fossilien der Ocalaschicht sehr gut auf eozänes Alter. Die Sektionen der Schichten von Claiborne, Jackson und Vicksburg werden besprochen; endlich wird eine Übersichtstabelle der Wechselbeziehungen zwischen den älteren oligozänen und den eozänen Formationen in Mississippi, Alabama und Florida aufgestellt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 31.

4. August 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Karl Schwarzschild †. Von *Prof. Dr. A. Sommerfeld, München*. S. 453.

Ueber die Bewegungsgesetze des Sternennalls und die Wege zu ihrer Erforschung. Von *Dr. Robert Klumak, Wien*. S. 457.

Die Berührungsempfindlichkeit der Pflanzen. Von *Dr. P. Stark, Leipzig*. (Schluß) S. 464.

Besprechungen:

Linden, Gräfin von, Parasitismus im Tierreich.
Von *Martin Mayer*. S. 468.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort

von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Astronomische Werke

aus dem Verlag von Julius Springer in Berlin

Handbuch der Astronomischen Instrumentenkunde. Eine Beschreibung der bei astronomischen Beobachtungen benutzten Instrumente sowie Erläuterung der ihrem Bau, ihrer Anwendung und Aufstellung zu Grunde liegenden Prinzipien. Von Dr. L. Ambronn, Professor an der Universität und Observator an der königl. Sternwarte in Göttingen. — Zwei Bände. Mit 1185 in den Text gedruckten Figuren. 1899. In zwei Leinwandbände gebunden Preis M. 60.—.

Sternverzeichnis, enthaltend alle Sterne bis zur 6.5ten Größe für das Jahr 1900.0. Bearbeitet auf Grund der genauen Kataloge und zusammengestellt von J. und K. Ambronn. Mit einem erläuternden Vorwort versehen und herausgegeben von Dr. L. Ambronn, Professor der Astronomie an der Universität Göttingen. Mit 2 Zahlentafeln. 1907. In Leinwand gebunden Preis M. 10.—.

Geschichte der Astronomie während des neunzehnten Jahrhunderts. Gemeinfaßlich dargestellt von A. M. Clerke. Autorisierte deutsche Ausgabe von H. Maser. 1889. Preis M. 10.—; eleg. in Leinen geb. M. 11.20.

Die Theorie der optischen Instrumente. Bearbeitet von wissenschaftlichen Mitarbeitern an der optischen Werkstätte von Carl Zeiß. — Erster Band. Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkte der geometrischen Optik. Bearbeitet von den wissenschaftlichen Mitarbeitern an der optischen Werkstätte von Carl Zeiß: P. Culmann, S. Czapski, A. König, F. Löwe, M. von Rohr, H. Siedentopf, E. Wandersleb. Herausgegeben von M. von Rohr. Mit 133 Abbildungen im Text. 1904. Preis M. 18.—.

Die Geschichte des Fernrohrs bis auf die neueste Zeit. Von Dr. H. Servus. Mit 8 Textfiguren. 1886. Preis M. 2.60.

Wilhelm Olbers. Sein Leben und seine Werke. Im Auftrage der Nachkommen herausgegeben von Dr. C. Schilling. Erster Band: Gesammelte Werke. Mit dem Bildnis Wilhelm Olbers. 1894. Preis M. 16.—.
Zweiter Band: Briefwechsel zwischen Olbers und Gauß. Mit Bewilligung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen veröffentlicht. Erste Abteilung. 1900. Preis M. 16.—.
Zweite Abteilung. 1909. Preis M. 16.—.

Neue Reduktion der von Wilhelm Olbers im Zeitraum von 1795—1831 auf seiner Sternwarte in Bremen angestellten Beobachtungen von Kometen und kleinen Planeten. Nach den Originalmanuskripten berechnet von Wilhelm Schur und Albert Stichtenoth. Mit 3 Abbildungen im Text und 1 Titelbild. (Ergänzungsband zu „Wilhelm Olbers' Leben und Werke“.) 1899. Preis M. 4.—.

Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems. Aufstellung einer neuen Theorie nach vorhergehender Kritik der Theorien von Kant, Laplace, Poincaré, Moulton, Arrhenius u. a. Von Dr. Friedrich Nölke. Mit 3 Textfiguren. 1908. Preis M. 6.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

4. August 1916.

Heft 31.

Karl Schwarzschild ✧.

Von Prof. Dr. A. Sommerfeld, München.

Der Krieg hat der deutschen Wissenschaft ein Opfer auferlegt, so schwer und verhängnisvoll, wie es nur erdacht werden konnte: *Schwarzschild*, der geniale Astronom, der tiefe physikalische Denker, der unvergleichlich begabte mathematische Kopf, der erste deutsche Astrophysiker ist einer heimtückischen, schleichenden Krankheit erlegen, noch auf seinem qualvollen Krankenlager unter Anspannung und Überspannung seiner Kräfte bemüht, die letzten Früchte seines reichen Geistes einzubringen und für die Wissenschaft zu retten. Zu Beginn des Krieges in Belgien als Wetterwart tätig, kam er auf seinen Wunsch als wissenschaftlicher Beirat zu einem Kommando der Fußartillerie, war in den Argonnen, bei Kowno und zuletzt in gleicher Stellung wieder im Westen tätig. Die Anfänge einer scheinbar harmlosen Hautkrankheit spürte er schon im Herbst 1915; sie steigerte sich langsam zu der seltenen und bösartigen Form des Pemphigus und führte durch Erschöpfung am 11. Mai 1916 zum bitteren Ende.

Schwarzschild ist geboren am 11. Oktober 1873 zu Frankfurt a. M. Schon als 17-jähriger Schüler war er mit astronomischen Problemen beschäftigt. Seine Angehörigen erinnern sich der Aufregung, in der er ihnen mitteilte, daß zwei seiner Arbeiten für die Astronomischen Nachrichten angenommen seien. Es waren dies die Noten: „Zur Bahnbestimmung nach *Bruno*“ und „Methode zur Bahnbestimmung der Doppelsterne“ 1890. Auch haben sich in seinen hinterlassenen Schulheften Studien über die Gleichgewichtsfiguren rotierender Massen und über die Stabilität des Saturnringes gefunden, also über Gegenstände, die nur der höchsten mathematischen Methodik zugänglich sind. In der Tat beherrschte er auf Grund von Privatstunden schon als Schüler Infinitesimalrechnung und analytische Mechanik.

Als er 1891 die Universität Straßburg bezog, war er sich seiner astronomischen Lebensaufgabe voll bewußt. 1893 ging er nach München zu *Seeliger*. Dieser erkannte sofort seine Bedeutung und hat alles getan, um seine Entwicklung planmäßig zu fördern. So veranlaßte er ihn, nachdem er mit der Arbeit „Die Poincarésche Theorie des Gleichgewichts einer homogen rotierenden Flüssigkeitsmasse“, München 1896, promoviert hatte, an die Kufnersche Sternwarte in Wien zu gehen, damit es dem bis dahin überwiegend mathematisch tätigen Kopfe nicht an der praktischen und instrumentellen Ausbildung fehle. Natürlich konnte *Seeliger* später auch bei

seiner Berufung nach Göttingen mitwirken und konnte 1909 beim Preußischen Kultusministerium erreichen, daß die ursprünglich ihm selbst angetragene Leitung des Potsdamer Observatoriums dem damals erst 36-jährigen übertragen wurde, womit schließlich der rechte Mann an den rechten Platz gestellt war. Es bestand denn auch alle die Jahre hindurch zwischen Schüler und Lehrer ein inniges Verhältnis gegenseitiger Zuneigung und Verehrung.

Die Wiener Tätigkeit wurde für *Schwarzschild*s astronomische Arbeitsrichtung bedeutungsvoll. In den Publikationen der Kufnerschen Sternwarte Bd. V legte er seine großen Arbeiten „Die Bestimmung von Sternhelligkeiten aus extrafokalen photographischen Aufnahmen“ und „Beiträge zur photographischen Photometrie der Gestirne“ nieder, in denen er seine photographisch-photometrische Methode begründete. Auch in die Physik ist das „Schwarzschildsche Schwärzungsgesetz“ als wertvolles Hilfsmittel für die Beurteilung photographischer Aufnahmen übergegangen.

1899 habilitierte sich *Schwarzschild* in München. In der Münchener Akademie publizierte er die mathematisch-physikalisch gerichteten Arbeiten „Die Beugungsfigur im Fernrohr weit außerhalb des Fokus“ 1898 und „Der Druck des Lichtes auf kleine Kugeln und die Arrheniussche Theorie der Cometenschweife“ 1901, in der zum ersten Male der Lichtdruck mit Rücksicht auf die Beugung behandelt wird, die bei abnehmendem Kugelradius der Wirksamkeit des Lichtdruckes eine Grenze setzt (später von *Debye* in seiner Dissertation weitergeführt und vereinfacht). Aus derselben Zeit stammt „Die Beugung und Polarisation des Lichtes durch einen Spalt I“ in den Mathematischen Annalen 1902, ein alternierendes Verfahren, durch welches aus einer von mir gegebenen Lösung für die Halbebene eine exakte Lösung des Spaltproblems gewonnen wird (Teil II wird uns, wie so vieles andere, das *Schwarzschild* überlegt und erkannt hat, verborgen bleiben). Als dann *Schwarzschild* 1902 den Ruf nach Göttingen bekam, war unter seinen vielfach älteren Münchener Kollegen nicht einer, den seine Bevorzugung gekränkt hätte; so sehr wurde seine geistige Überlegenheit bereits damals anerkannt.

In Göttingen setzte er seine photographisch-photometrischen Arbeiten fort („Zur Aktinometrie der Sterne“, Göttinger Abhandlungen 1910 und 1912), wobei er geistreiche Vereinfachungen (Schraffier-Kassette) einführte. Die Sonnenfinsternis von 1905, die er in Nordafrika beob-

achtete, veranlaßte ihn zu einer umfangreichen Publikation (ebenda 1906). Seine großen „Untersuchungen zur geometrischen Optik“ I, II, III (ebenda 1905) bezweckten in erster Linie, die Theorie der Fehler optischer Instrumente auf eine allgemeinere und durchsichtigere Art als bisher zu begründen, durch Benutzung der Methode des „Eikonals“ (der Lichtzeit). Er findet nicht nur die Fehler 3. Ordnung (*Seidel*) wieder, sondern entwickelt auch die Fehler 5. Ordnung, deren Zahl sich zu 9 ergibt (im Gegensatz zu *Petzvals* Zahl 12). Darüber hinaus sucht er in dem Wettkampf zwischen Reflektoren und Refraktoren für die ersteren einzutreten durch Angabe eines aus zwei Spiegeln bestehenden Teleskops; für die Meridiane der Rotationsflächen, aus denen die Spiegel bestehen, werden Differentialgleichungen aufgestellt und integriert; das System wirkt aplanatisch ohne sphärische Aberration und Koma. Bezüglich der Refraktoren gelangt die Arbeit bis zu dem Endziel, die für astrophotographische Zwecke geeigneten Objektive systematisch zu entwickeln und nach den Fehlern 3. Ordnung allgemein zu beurteilen. Lord *Rayleigh*, ein besonderer Kenner der geometrischen Optik, sagt in *Phil. Mag.* 1908; „Es ist nicht wahrscheinlich, daß *Schwarzschilds* Untersuchung vervollkommenet werden kann, soweit es sich um die Aufstellung vollständiger Formeln und ihre Anwendung auf bestimmte Linsen-Kombinationen handelt“. Der praktischen Optik ist ferner eine Arbeit in den Göttinger Nachrichten 1907 gewidmet: „Über Differenzenformeln zur Durchrechnung optischer Systeme“, die ausgearbeitete und wichtige Rechenvorschriften enthält. Wir nennen in diesem Zusammenhange noch seine späteren Studien über Spektrographen-Objektive und über das Objektivprisma (1912 und 1913), in denen die Ergebnisse seiner geometrisch-optischen Methoden den Zwecken astronomischer Präzisionsmessungen angepaßt werden.

Es entsprach ganz dem ursprünglichen und weitherzigen Standpunkt der *Schwarzschild*schen Denkweise, daß er sich ebensosehr für populäre Astronomie und für primitive astronomische Beobachtungen interessierte, wie er die feinsten mathematischen Methoden und die Präzisionsbeobachtungen der Astronomie ausbaute. Wir haben von ihm eine ganze Reihe von populären Vorträgen und gelegentlichen publizistischen Darstellungen; die vielfach verbreitete Meinung, daß die Astronomie eine alternde Wissenschaft sei, wird man beim Lesen dieser frischen und anregenden Darstellungen gewiß ablegen. Kennzeichnend hierfür ist das bei Teubner erschienene Büchlein „Über das System der Fixsterne“ (aus populären Vorträgen, zu *Seeligers* 60. Geburtstage); ferner der eindrucksvolle Vortrag auf der Casseler Naturforschergesellschaft „Über Himmelsmechanik“ 1903. Sein Geschick und Interesse für die Vereinfachung der Apparatur kommt zu lebendigem Ausdruck in dem Ferienkurs-Vor-

trag für Oberlehrer 1904 „Astronomische Beobachtungen mit elementaren Hilfsmitteln“. *Schwarzschild* war eben seiner ganzen Natur nach nirgends in Schulmeinungen befangen und konnte sich auch gegebenenfalls von der „astronomischen Genauigkeit“ freimachen.

In seiner Göttinger Zeit erwachte in *Schwarzschild* ein lebhaftes Interesse für die Praxis und die wissenschaftliche Verwertung der Luftschiffahrt. Eine ganze Reihe gelegentlicher Publikationen zeigt, wie schnell sich bei ihm äußere Eindrücke und Anregungen in wissenschaftliche Ergebnisse umsetzten, z. B. „Künstlicher Horizont und Ballonsextant“, „Libellenhorizont und Libellensextant“, „Über photographische Ortsbestimmungen“.

Zu den schwierigsten und tiefsten astronomischen Fragen zurückkehrend, haben wir seiner wiederholten Beiträge zur Frage der Stellarstatistik zu gedenken. Es handelt sich um das alte Herschelsche Problem der Verteilung der Fixsterne im Milchstraßensystem. Hier prüfte *Schwarzschild* in besonders origineller Weise eine Vermutung von *Kobold* und *Kapteyn* in der Arbeit „Über die Bestimmung von Vertex und Apex nach der Ellipsoid-Hypothese aus einer geringeren Anzahl beobachteter Eigenbewegungen“, wonach außer der Bewegung des ganzen Milchstraßensystems in gemeinsamer Richtung (nach dem Apex) noch zwei verschiedene Sternströmungen anzunehmen sind (die Vertex-Bewegungen); das Hinzutreten dieser Strömungen deutete er durch seine Ellipsoidhypothese in einfacherer Weise um. Dahin gehören auch verschiedene Noten in den *Astronomischen Nachrichten* „Über Stellarstatistik“, „Über die Integralgleichung der Stellarstatistik“ und „Über die Verteilung der verschiedenen Sterntypen“, Arbeiten, deren endgültige Bedeutung und Fruchtbarkeit heute noch nicht sicher beurteilt werden kann. Wie eigenartig mathematisch sich diese Fragen in dem spekulativen Geiste *Schwarzschilds* formten, zeigt sein Vortrag vor der Heidelberger Astronomenversammlung 1900, „Über das zulässige Krümmungsmaß des Raumes“.

Das Gebiet der Astrophysik, das nach Beruf und Veranlagung sein eigentlicher Boden werden sollte, betrat *Schwarzschild* 1906 mit Problemen über die Physik der Sonne. Zusammen mit *Villiger* ausgeführte Arbeiten behandelten „die Verteilung der Helligkeit des ultravioletten Lichtes über die Sonnenscheibe“ und „die ultraviolette Strahlung der Sonnenflecke und Fackeln“. Wichtig wegen ihrer einfachen und verallgemeinerungsfähigen Methode wurde seine Theorie des „Gleichgewichtes der Sonnenatmosphäre“. Das Kriterium des Gleichgewichtes besteht darin, daß die Differenz der auf- und absteigenden Energieströme konstant sein muß. Seine späteren Potsdamer Arbeiten aus dem Jahre 1914 knüpfen an ähnliche Fragen an. Die Abhandlung in der Berliner Akademie „Über Diffusion und

Absorption in der Sonnenatmosphäre“ betonte die Wichtigkeit, die der Zerstreuung der Strahlung für die Intensitätsverteilung zukommt. Ebenda behandelte er mit *Rubens* zusammen die Frage: „Sind im Sonnenspektrum Wärmestrahlen von großer Wellenlänge vorhanden?“ (nämlich von der Größe der Wellenlänge der Reststrahlen). Mit der Untersuchung der Stickstoffbande bei 3883 Angström-Einheiten (früher Cyanbande genannt) hatte *Schwarzschild* ein besonders günstiges Beobachtungsobjekt angegriffen, weil diese Bande durch Druckeinfluß nicht verschoben zu werden scheint. (Die Messung sollte dazu dienen, um *Einsteins* These von der Rotverschiebung der Spektrallinien durch den Einfluß der Gravitation nachzuprüfen. Das Ergebnis war wenig durchsichtig: es zeigte sich ein Randeffect (größere Linienverschiebung am Sonnenrande wie in der Sonnenmitte) und eine Abhängigkeit von der Intensität der Linien (Verschiebungen von der theoretischen Größe nur bei den stärksten Linien, bei den schwächeren Linien kleinere Verschiebungen). Diese Arbeit reichte schon in den Beginn des Krieges hinein und mußte vorzeitig abgebrochen werden. Spätere Untersuchungen von *Hale* bestätigen indessen das im ganzen negative Ergebnis von *Schwarzschild* hinsichtlich der Nachweisbarkeit dieses „*Einstein*-Effektes“ an der Sonne. Wie bitter not täte diesen Fragen auch in Zukunft die Mitarbeit *Schwarzschilds*! In seiner Antrittsrede für die Berliner Akademie sagt er mit Rücksicht auf die Relativitätstheorie (gemeint ist zunächst die ältere spezielle Relativitätstheorie; die unten zu erwähnende Merkur-Perihelbewegung erlaubt uns aber, *Schwarzschilds* damalige Meinung zu extrapolieren auf die neuere allgemeine Relativitätstheorie): „Vergönnen Sie uns noch 50 Jahre weiterer Planetenbeobachtungen mit modernen Meridiankreisen oder lassen Sie die neuen Interferenzmethoden auf die Beobachtungen von Fixsternen anwendbar werden: dann wird auch die Genauigkeitssteigerung erfolgen — im Planetensystem der Schritt von der 6. bis 7. zur 7. bis 8. Dezimale —, die über die Gültigkeit der neuen Theorien unter coelestischen Bedingungen entscheidet.“ Die Vereinigung astronomischen, astrophysikalischen und physikalischen Interesses und Könnens in *Schwarzschilds* einer Person war ein Glücksfall, der diesen zum astronomischen Richter über die physikalischen Theorien berufen machte und der in Jahrzehnten nicht wiederkehren wird.

Bisher haben wir in reichlich flüchtiger Übersicht die Hauptpunkte von *Schwarzschilds* astronomischer Tätigkeit berührt, unter Einbeziehung der astrophysikalischen und optischen Gegenstände, welche damit enger oder loser verknüpft sind. Aber wir würden nur ein einseitiges Bild zeichnen, wollten wir der rein physikalischen Spekulationen *Schwarzschilds* vergessen. „Ich darf es mir als etwas Gutes anrechnen, daß ich mein Interesse nie ausschließlich auf die Dinge jen-

seits des Mondes beschränken konnte, sondern öfter den Fäden folgte, welche sich von dort oben zur sublunaren Wissenschaft spinnen, und daß ich auch manchmal dem Himmel ganz untreu geworden bin“. Diese Fälle der Untreue möchte ich hier um so lieber und in verhältnismäßig größerer Breite verfolgen, als ich hier mit *Schwarzschild* vielfach Hand in Hand gegangen und über seine Wege und Ziele öfters direkt unterrichtet worden bin, während meine Kenntnis der vorher besprochenen Gegenstände zum Teil nur eine indirekte, auf das Urteil anderer begründete ist.

Es war im Jahre 1903, bald nach den Versuchen von *Kaufmann*, als alle Physiker über die variable Masse nachsannen, daß auch *Schwarzschild* seinen bedeutungsvollen Beitrag zur aufblühenden Elektronentheorie lieferte, in drei kurz aufeinander folgenden Noten in den Göttinger Nachrichten: „Zwei Formen des Prinzips der kleinsten Aktion in der Elektronentheorie“, „Die elementare elektrodynamische Kraft“, „Über die Bewegung des Elektrons“.

Die erste Arbeit ist besonders bemerkenswert wegen ihres weit über die damalige Theorie des starren Elektrons hinausschauenden Angesichtes. Unter Einführung des „elektrokinetischen Potentials“ $L = \varphi - (\mathbf{v} \mathcal{A})$ (φ = skalares, \mathcal{A} = Vektorpotential der Elektronentheorie), leitet *Schwarzschild* die ponderomotorischen Kräfte in der Fassung von *Lorentz* und die Bewegungsgleichungen direkt durch Variation aus einem Hamiltonschen Integral ab, in dem das elektrokinetische Potential die potentielle Energie der Mechanik vertritt. *Schwarzschild* betont den Zusammenhang seines Prinzips mit dem von *Clauisius* aufgestellten Grundgesetz; wir sehen heute lieber vorwärts als rückwärts und erkennen in *Schwarzschilds* Potential die einfachste relativistische Invariante, das skalare Produkt aus der Viererdichte $P = (\varrho \mathbf{v}, i \varrho)$ und dem Viererpotential $\Phi = (\mathcal{A}, i \varphi)$, nämlich

$$(P \Phi) = -\varrho (\varphi - (\mathbf{v} \mathcal{A})) = -\varrho L.$$

Denselben eigenartigen Takt, den *Lorentz* in der Heraushebung der relativistisch-invarianten Bildungen lange vor der Relativitätstheorie an vielen Beispielen gezeigt hat, bewährt hier auch *Schwarzschild*. Noch weiter vorausschauend ist die andere Form des Aktionsprinzips, die *Schwarzschild* mitteilt. Hier sollen außer den Kraftgleichungen auch die Feldgleichungen durch Variation gewonnen werden. Das Integral wird als Raum-Zeit-Integral mit festen Grenzen genommen, die Funktion unter dem Integralzeichen lautet $\frac{1}{2} (\mathcal{H}^2 - \mathcal{E}^2) + \varrho L$; als Unbekannte, die der Variation zu unterworfen sind, gelten die in L vorkommenden vier Größen φ und \mathcal{A} , d. h. die vier Komponenten des Viererpotentials Φ , durch welche auch die Feldstärken \mathcal{H} und \mathcal{E} auszudrücken sind. Auch hier ist die relativistisch-invariante Form des Variationsprinzips in die Augen fallend; weiterhin aber ist es genau dieses Integral und diese Variationsvorschrift, welche in

den elektrodynamischen Prinzipien von *Mie* und in den an diese anschließenden „Grundlagen der Physik“ von *Hilbert* wiederkehrt. *Schwarzschild* hat zuerst das „Prinzip der Weltfunktion von *Mie-Hilbert*“ unter Beschränkung auf den freien Äther (unendlich wenig konzentrierte Felder) und auf die Substitutionsgruppe der gewöhnlichen Relativitätstheorie klar erkannt und auf drei Druckseiten dargestellt.

Mehr ins Spezielle geht die zweite Elektronen-Note. Hier handelt es sich um den Einfluß, den ein bewegtes Elektron auf ein anderes nimmt, und zugleich um das Feld, das von der Bewegung eines Elektrons ausgeht. *Schwarzschilds* Ausdrücke sind etwas mühsam zu erlangen und haben sich seither vielfach als unentbehrlich erwiesen. *Minkowski* deutet sie in „Raum und Zeit“ geometrisch vierdimensional. Bei ihrer Ableitung gilt die stillschweigende Beschränkung auf quasi-stationäre Bewegungen.

Die dritte Note fragt nach der kräftefreien Bewegung des Elektrons im allgemeinen, also einer Bewegung, deren Impuls aus Translations- und Rotations-Impuls sich zusammensetzt. Diese Bewegung erweist sich als Schraubenbewegung (wobei allerdings der Schraubenradius im allgemeinen nur von der Größenordnung des Elektronenradius ist); eine einfache Überlagerung von Translation und Rotation findet also hier nicht statt und die Bahn des Mittelpunktes ist trotz Kräftefreiheit keine Galileische Gerade. Ergebnisse sowohl wie Methoden sind recht interessant, aber in ihrer Gültigkeit beschränkt auf die Voraussetzung der starren Konstitution des Elektrons (von welcher Voraussetzung die beiden ersten Noten frei waren), vom heutigen relativistischen Standpunkt aus also nicht mehr maßgebend. Dasselbe gilt von der Herglotzschen Arbeit, über die freien und kräftefreien Schwingungen des Elektrons, die in der Methode an *Schwarzschild* anknüpft, und von meinen eigenen Arbeiten über Elektronentheorie, die prinzipiell über das Gebiet der quasistationären Bewegungen hinausgingen und daher heute bei veränderten Grundannahmen über das Elektron nicht mehr aufrechterhalten werden können. Wesentliche Züge, die bei mir weiter ausgeführt werden, finden sich schon bei *Schwarzschild* angedeutet, z. B., daß die nicht-quasistationäre Bewegung des Elektrons eigentlich von einer Differentialgleichung unendlich hoher Ordnung abhängt, daß als Anfangsbedingungen die Vorgeschichte während eines endlichen Zeitintervalles gegeben sein muß, daß die Bewegungsgleichungen sich am besten als Funktional- resp. Integralgleichungen schreiben lassen.

Im Jahre 1913 und in seiner Korrespondenz während des Krieges beschäftigte sich *Schwarzschild* viel mit dem *Zeeman*- und *Stark*-Effekt, der Aufspaltung der Spektrallinien im magnetischen und elektrischen Felde. (Verhandlungen der deutschen physikal. Gesellschaft.) Über den *Zeeman*-Effekt gibt er zwei tiefliegende Sätze,

die zu ihrer Ableitung das ganze Rüstzeug der höheren Mechanik erfordern: 1. Die Aufspaltung ist höchstens gleich der normalen Lorentzschen Aufspaltung, wenn man von der eigentlichen Lorentzschen Koppelungshypothese ausgeht und den Boden der klassischen Mechanik und Elektrodynamik nicht verläßt. 2. Sie ist höchstens gleich dem Doppelten der normalen Aufspaltung, wenn man innere magnetische Atomfelder im Sinne von *Ritz* hinzunimmt. Da die Beobachtung der komplizierten *Zeeman*-Effekte vielfach größere Aufspaltung liefert, zeigt die *Schwarzschildsche* Untersuchung, daß die klassische Theorie zur Erklärung der *Zeeman*-Effekte nicht ausreicht. Sie bereitet somit den Boden für die phänomenologische Behandlung der Magnetooptik im Sinne von *Voigt* und für ihre zurzeit noch ausstehende Begründung durch das Bohrsche Atommodell. Auch die Arbeit über den *Stark*-Effekt stellt sich auf den Boden der klassischen Mechanik und kann daher nur zu gewissen Analogien mit den wirklichen Erscheinungen führen. Eine fast vollständige Lösung des Problems dagegen enthält die große Arbeit „Zur Quantentheorie“, die letzte Frucht seines Geistes, in der Berliner Akademie vorgelegt am 30. April 1916, ausgegeben am 11. Mai, dem Todestage *Schwarzschilds*. Hier werden die allgemeinen Jacobischen Methoden der Himmelsmechanik auf die Bewegungen des Elektrons im Atom angewandt und mit der Planckschen Quantentheorie vereinigt. Es ergeben sich in außerordentlich einfacher und direkter Weise die Resultate, die gleichzeitig von *Planck* unter allgemeineren Gesichtspunkten und von mir für die besonderen Zwecke der Spektrallinien abgeleitet wurden. Neu ist aber nicht nur die Methode der *Schwarzschildschen* Arbeit, sondern auch das Beispiel des *Stark*-Effektes und eine provisorische Ableitung der Deslandreschen Bandenformel. Auch bei der Erwägung der quantentheoretischen Probleme und ihrer für die Zukunft besonders aussichtsreichen Entwicklung können wir es kaum fassen, daß die Mitarbeit *Schwarzschilds* fürderhin ausgeschaltet sein soll. Die unvergleichliche Leichtigkeit seiner Auffassung und die Tiefe seines Blickes für analytische, physikalische und astronomische Zusammenhänge machten ihn auf diesem noch reichlich dunkeln Gebiete zum Pfadfinder wie geschaffen. Zwischen dem Beginn seiner Arbeit zur Quantentheorie und ihrer Vorlage in der Berliner Akademie liegen nur vier Wochen, die er noch dazu zum Teil im Felde verbracht hat und während deren er bereits durch schwere Krankheit gequält wurde!

Noch zwei bedeutsame Arbeiten *Schwarzschilds* sind in den Kriegsjahren gereift: „Das Gravitationsfeld eines Massenpunktes“ und „Das Gravitationsfeld einer Kugel aus incompressibler Flüssigkeit nach der Einsteinschen Theorie“. Sie geben die ersten vollständig durchgeführten Beispiele zu *Einsteins* allgemeinen Anschauungen. Daß die Raum-Zeit-Struktur ein physikalisches

Problem ist, welches im Zusammenhange mit der Verteilung der sonstigen physikalischen Energien zu lösen ist, daß Raum und Zeit durch die Anwesenheit von Massen, Ladungen und Energien verzerrt werden, wird einem bei *Einstein* zwar gesagt, bei *Schwarzschild* aber an seinen Beispielen vor Augen geführt. Um den Massenpunkt (Sonne) herum ist die Verzerrung gegenüber dem gravitationsfreien Linienelement natürlich symmetrisch, also nur eine Funktion des Abstandes vom Mittelpunkt. Dasselbe gilt von der inkompressiblen Kugel (bei der wir ebenfalls an die Sonne als Anwendung zu denken haben), wo die Verzerrung innen und außen verschiedenen Gesetzen folgt, aber beidemal nur Funktion des Abstandes vom Kugelmittelpunkte ist. Über die erste Arbeit und ihr Verhältnis zu der entsprechenden Einsteinschen Arbeit schrieb mir *Schwarzschild* im Dezember 1915: „Haben Sie *Einsteins* Arbeit über die Bewegung des Merkurperihels gesehen, wo er den beobachteten Wert richtig aus seiner letzten Gravitationstheorie herausbekommt? Das ist etwas, was dem Astronomen viel tiefer zu Herzen geht, als die minimalen Linienverschiebungen und Strahlkrümmungen. Bei *Einsteins* Rechnung bleibt die Eindeutigkeit der Lösung noch zweifelhaft. In der ersten Annäherung, die *Einstein* macht, ist die Lösung sogar, wenn man sie vollständig macht, scheinbar mehrdeutig — man bekommt noch den Anfang einer divergenten Entwicklung herein. Ich habe versucht eine strenge Lösung abzuleiten und das ging unerwartet einfach. Die Planetenbewegung und das Merkurperihel kommen praktisch wie bei *Einstein* heraus. Es ist eine wunderbare Geschichte, daß das stimmt.“ Und etwas später: „Ich habe jetzt auch die strenge Lösung von *Einsteins* Gleichungen für die flüssige inkompressible Vollkugel ausgerechnet mit dem amüsanten Resultat, daß im Innern der Kugel *Riemanns* elliptische Geometrie herrscht.“ In der Tat lautet das aus den Einsteinschen Feldgleichungen gefolgerte räumliche Linienelement im Innern einer solchen Kugel gerade so, wie es auf einer im vierdimensionalen Euklidischen Raum beschriebenen dreidimensionalen Kugel- fläche lauten würde. Der Radius dieser Kugel ist der Krümmungsradius jenes Raumes; im ganzen Innern ist die Krümmung des Raumes konstant. Dagegen sind die Krümmungsverhältnisse im Äußeren variabel, nach demselben Gesetz wie beim einzelnen Massenpunkt; sie gehen von der durch das Innere vorgeschriebenen Krümmung stetig in das Krümmungsmaß Null im Unendlichen über.

Eine der Berliner Akademie am 18. November 1915 vorgelegte Arbeit „Über den Einfluß von Wind und Luftdichte auf die Geschoßbahn“ kann aus militärischen Gründen erst nach dem Kriege veröffentlicht werden.

Schwarzschild war ein außerordentlich guter, einfacher und natürlicher Mensch. Sein Urteil über andere Verdienste war stets wohlwollend, seine eigenen Leistungen kamen ihm kaum ins

Bewußtsein. Wie man auch mit ihm zusammen- kommen mochte, in fröhlicher, vielleicht durch seine Laune angeregter, übermütiger Gesellschaft, in ernstem fachlichen Gespräch, auf Bergtouren (bei denen übrigens die fachlichen Gespräche selten aussetzten), immer fühlte man sich in seiner Gegenwart selbst gesünder, rühriger und jünger. Ein eigentümlicher Hauch geistiger Energie und Gesundheit ging von ihm aus. Er konnte zu jeder Zeit, unvermittelt und ungestört durch seine Umgebung, arbeiten und arbeitete mit unglaublicher Intensität und Schnelligkeit, ohne sich je zu überarbeiten. Er hat die kurze Zeit seines Lebens aufs schönste genützt.

Über die Bewegungsgesetze des Sternenalls und die Wege zu ihrer Erforschung.

Von Dr. Robert Klumak, Wien.

Der Fixsternhimmel bildet einen festen Hintergrund, von dem sich alle Angehörigen unseres Sonnensystems durch ihre Wanderungen abheben. Er verkörpert uns in seinem täglichen Umschwung das starre Gerüst, auf welches der Astronom die Örter der Himmelskörper bezieht, und ohne die langsamen Kreiselschwankungen der Umschwungs- achse (Präzession, Nutation) würde das Gerüst auch stets mit dem gebräuchlichen Gradnetz ver- wachsen bleiben. So ersetzt die Praxis das Netz durch ein „System der Fundamentalsterne“; in die Balken dieses Hauptgerüsts hängt man gleichsam erst die engeren Maschen der zahlreichen Sternpositionen.

Schon seit *Halley* (1710) wissen wir indessen, daß die Starrheit des Fixsternnetzes keine voll- kommene ist, sondern *Eigenbewegungen* (motus proprij) bis zu mehreren Bogensekunden pro Jahr vorkommen. Wollten wir auch der modernen Meßkunst bezüglich der kleinen, erst nach Jahrzehnten merkbaren Eigen- bewegungen kein Vertrauen schenken und die verbürgten großen als Ausnahmen betrachten, so überzeugen uns doch Beobachtungen mit dem Spektrographen von Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie (Radialgeschwindigkeiten), die mehrere Zehner, ja Hunderter km/sec betragen¹). Die Kleinheit seitlicher Verschiebungen im Winkelmaß rührt also nur her von den unge- heuren Entfernungen.

Sowohl Eigenbewegung als Radialgeschwindig- keit wurden nach den verschiedensten Methoden statistisch verwertet, um die Bewegung der Sonne in bezug auf die Gesamtheit der Sterne zu ermit- teln. Die fortschreitende Wanderung unseres Sonnensystems durch das Sternenall muß in den Eigenbewegungen und Radialgeschwindigkeiten

¹ Es dürften schon etwa 1500 Radialgeschwindig- keiten bestimmt sein; die ältere Statistik mußte sich mit den Eigenbewegungen begnügen, von denen heute wohl 10 000 vorliegen, allerdings nicht auf dasselbe Fundamentalsystem bezogen.

eine über den ganzen Himmel streng gesetzmäßig verlaufende Komponente zurücklassen, welche *parallaktische Bewegung* (motus parallacticus) genannt wird. So wie der Jahresumlauf der Erde den Sternort in einer winzigen Ellipse herumführt, deren größere Halbachse *jährliche Parallaxe* (π ; $\frac{1}{\pi}$ Distanz in Sternweiten, $\frac{3,26}{\pi}$ Distanz in Lichtjahren) heißt, ist auch jene fortschreitende Verschiebung, die sogenannte Säkularparallaxe, ein Maß der Entfernung. Um den Zielpunkt unserer Wanderung, den *Apex* herum erweitern sich die Maschen des Sterngefüges, in unserem Rücken, *Antiapex* dagegen verengern sie sich. An den Seiten des Wanderers zieht die Landschaft vorbei; je tiefer er hineinblickt, desto langsamer verschieben sich die Gegenstände nach rückwärts, desto geringer wird ihre parallaktische Bewegung. (Besonders schön auf gerader Eisenbahnfahrt in der Ebene zu beobachten.)

Was von der Eigenbewegung nach Abzug der eben veranschaulichten parallaktischen Bewegung noch übrig bleibt, nennt man *Spezialbewegung* (motus peculiaris) oder die dem Stern wirklich eigene Bewegung. Die Zerlegung der Eigenbewegung in parallaktische Bewegung und Spezialbewegung ist im einzelnen nur möglich, wenn die Sonnenbewegung und Parallaxe gegeben sind, eine Aufgabe, die ich auf Grund einer Bearbeitung aller bis 1913 veröffentlichten Parallaxenbestimmungen zum erstenmal für 498 Sterne durchführen konnte¹⁾.

Schon nach rein statistischen Methoden (mit Benutzung mehrerer tausend Eigenbewegungen) hatten *Kapteyn* und *Kobold* (1905) auf durchaus verschiedenem Wege die Entdeckung gemacht, daß die Spezialbewegungen nicht ganz regellos verlaufen, daß also in den Eigenbewegungen noch eine neue Gesetzmäßigkeit stecke, die nicht mehr allein durch passende Annahme der Sonnenbewegung wegzuschaffen wäre.

Durch Aufgeben der Hypothese von der *Regellosigkeit der Spezialbewegungen* hat die Astronomie den bedeutungsvollen Schritt ins Sternenall unternommen. Das System höherer Ordnung, in welchem unser Heimatland, das Sonnensystem, nur als materieller Punkt mit einer Geschwindigkeit von 20 km/sec, gerichtet nach dem Punkte Rektasz. 270°, Dekl. + 30° zählt, bisher ein fast starres Hilfsgerüst — dieses Sternenall soll nun als lebendiger Organismus Gegenstand der Forschung werden.

Glücklicherweise hat sich das eben angeführte Resultat für die Sonnenbewegung ziemlich unabhängig von den neuartigen Annahmen über die Gesetzmäßigkeit der Spezialbewegungen eingestellt. Nur in Deklination besteht noch größere Unsicherheit, indem aus den Eigenbewegungen + 34° bis + 36°, aus den Radialgeschwindigkeiten

+ 25° bis + 28° folgt. Bevor dies feststand — nach *Kobolds* erstem Resultat (0° Dekl. des Apex) mußte man auf größere Differenzen gegen alle vorhergehenden Ergebnisse gefaßt sein —, war es notwendig, sowohl die Elemente der Sonnenbewegung als auch die neue Gesetzmäßigkeit der Spezialbewegungen als unbekannt in die Rechnung einzuführen. Die Theorien von *Eddington* und *Schwarzschild* lösen das Problem im Prinzip folgendermaßen:

Für die Sternengeschwindigkeit wird eine nach Analogie des Maxwellschen Gesetzes der kinetischen Gastheorie gebaute allgemeine Formel als Häufigkeitsfunktion¹⁾ angenommen und durch Abzählen der Eigenbewegungen zwischen bestimmten Richtungen (meist von 5° zu 5° Positionswinkel) in einzelnen Flächenstücken der Sphäre ausgewertet. Die Kurven der einzelnen Gebiete liefern dann nach Ausgleichung neben der Sonnenbewegung gewisse Konstanten des einheitlich für alle Raumteile des Sternenalls postulierten *Geschwindigkeitsverteilungsgesetzes*. Die Beobachtungstatsache einer vom Sonnenapex nicht allzu weit entfernten *Vorzugsgeraden* der Spezialbewegungen spricht sich in *Eddingtons* Formel als Übereinanderlagerung von zwei kugelförmigen (d. h. Maxwellschen), bei *Schwarzschild* als einzige ellipsoidische Verteilung der Geschwindigkeiten aus. Erstere überträgt *Kapteyns* Vorstellung von zwei gegeneinander bewegten Sterndriften oder von zwei unvermischt strömenden Gaskörpern in die Sprache der Mathematik, letztere knüpft an das Verhalten der Lichtgeschwindigkeit in optisch einachsigen Kristallen an. Beiden ist die Rotationssymmetrie um die Vorzugsgerade, den sogenannten *Vertex* bzw. *Antivertex* herum gemeinsam.

Charlier und seine Schüler benützen, von anderen Gesichtspunkten ausgehend²⁾, das allgemeine dreiaxige Ellipsoid als Häufigkeitsfunktion:

$$dH = ke \left(-\frac{U^2}{A^2} - \frac{V^2}{B^2} - \frac{W^2}{C^2} \right) dU dV dW;$$

U, *V*, *W* rechtwinklige Geschwindigkeitskomponenten, *A*, *B*, *C* Achsen des Ellipsoides; *Schwarzschild* setzte also *B* = *C*.

Die praktische Anwendung dieser verallgemeinerten Ellipsoidtheorie hat übrigens auf merkwürdige Widersprüche geführt. *Gyllenberg* fand aus 1474 Radialgeschwindigkeiten die drei Hauptachsen des Ellipsoides wohl nach *Milchstraße* (wie später gezeigt wird eine *Vorzugsebene* der Sternbewegungen) und nach *Vertex* (Vorzugs-

¹⁾ Die Richtungshäufigkeit stelle man sich als geschlossene Fläche vor, deren Radiusvektor die Anzahl nahe seiner Richtung laufender Sterne mißt. Für *Maxwells* Gesetz (Regellosigkeit) hat man also eine Kugel.

²⁾ In der „Kollektivmaßlehre“ werden physikalische Analogien wie die Kristallstruktur des Weltraumes ganz vermieden, und die Formel wird als erstes Näherungsglied einer rein empirischen Darstellung aufgefaßt.

¹⁾ Dissert. Wien 1914, Referat Astron. Nachr. 4782, Febr. 1915. Von den Resultaten wird später die Rede sein.

gerade, die in dieser Ebene liegt) orientiert, aber die kleinste (13,8 km/sec) wies in die Milchstraße, die mittlere (17,7 km/sec) nach ihrem Pol und die größte (20,6 km/sec) nach dem Vertex. Aus den Eigenbewegungen dagegen ergab sich entsprechend der tatsächlich vorhandenen Bevorzugung des galaktischen Äquators die *kleinste* Achse (11,7 km/sec) nach dessen *Pol* gerichtet, während die beiden anderen 21,4 km/sec bzw. 29,2 km/sec (Vertex) betragen. Eine Trennung des Materials nach Spektralklassen vermochte diese Diskrepanz nicht aufzuklären. Für die jüngeren Spektraltypen (*Secchis* I. Typus der weißen, heißesten Sterne) hat *Plummer* durch Voraussetzung zur galaktischen Ebene strenge paralleler Bewegung aus Eigenbewegung und Radialgeschwindigkeit 459 theoretische — d. h. für diese Voraussetzung gültige — Parallaxen abgeleitet und für die große Mehrzahl recht plausible Werte erhalten, so daß die bereits aus anderweitigen Untersuchungen sehr wahrscheinliche *allgemeine* Bevorzugung der Milchstraße neuerdings Bestätigung fand. Ihr würde ein an den Polen der Milchstraße *abgeplattetes* Geschwindigkeitsellipsoid entsprechen, während das Schwarzschildsche ein in der Vorzugsrichtung *verlängertes* ist. Zwischen diesen Rotationsellipsoiden $A = B > C$ (*Plummer*) und $A > B = C$ (*Schwarzschild*) liegt das dreiachsige $A > B > C$ (*Charlier*). Stellt man im Falle $A > B = C$ die Meridianellipse durch Polarkoordinaten (Geschwindigkeitsbetrag und Winkelabstand vom Vertex) dar und integriert über alle Geschwindigkeitsbeträge, so ergibt sich das Gesetz der *Richtungshäufigkeit*. Für Verlängerungsverhältnisse $A : B \geq 2$ ist es eine biskotenförmige Kurve. In der Zweidrifttheorie sieht man statt der Einschnürung in der Mitte eine scharfe Einkerbung, die an das Zusammenwachsen aus zwei Teilen (Drift I und Drift II) gemahnt. — Auch die Sterndrifttheorie wurde verallgemeinert, indem *Halm* die Heliumsterne (Typus „B“) als dritten, absolut ruhenden Schwarm (Drift 0) aussonderte. Es ist interessant, daß man gerade mittels der Dreidrifttheorie die große Abweichung des Koboldischen Apex erklären kann. Die Driften II und 0 werden nämlich infolge ihrer scheinbaren Zugrichtungen und wegen der Natur des Sternmaterials bei der Koboldischen Methode¹⁾ sozusagen unfähig, den ganz genau gegenüber von *Halms* Zielpunkt der Drift I im Äquator liegenden Sonnenapex nach Norden zu schieben und ihm so eine Deklination von etwa $+30^\circ$ zu verleihen.

Es wurde erwähnt, daß die modernen Resultate bezüglich der Sonnenbewegung relativ gute Übereinstimmung zeigen, trotzdem die Annahmen über das Verteilungsgesetz noch weit auseinandergehen. *L. Boß* hat darauf hingewiesen, daß ein schädlicher Einfluß der Vorzugsbewegung wegen der

Symmetrie gegensätzlicher Richtungen bei zweckmäßiger Anordnung der Beobachtungen in der Bestimmung des Apex kaum zu befürchten ist. Er hat auch in der sorgfältigen Diskussion der Eigenbewegungen seines „Preliminary General Catalogue of 6188 stars“ — des besten und reichsten gegenwärtig verfügbaren Materials — weder von der Sterndrift-, noch von der Ellipsoidtheorie Gebrauch gemacht, sondern bloß Symmetrie der Spezialbewegungen in den einzelnen Gebieten vorausgesetzt, wie sie z. B. in jeder Ellipsoidhypothese strenge erfüllt ist. Der Boßsche Apex stimmt bis auf 3° überein mit dem aus demselben Material von *Eddington* nach der Zweidrifttheorie berechneten, obwohl die verschiedene Sternzahl — Drift I überwiegt im Verhältnis 3 : 2 Drift II — Abweichungen von der Symmetrie bedingt.

II.

Die bisher angedeuteten Forschungen geben uns über die Bewegungsgesetze des Sternennalls eigentlich nur indirekt Auskunft, indem sie vorher angenommene Verteilungsgesetze mit den Beobachtungen vergleichen. Wenn neuerdings *E. v. d. Pahlen* die Geschwindigkeitsverteilung ohne Voraussetzung eines bestimmten Gesetzes prüft, so schließt auch diese Methode wie die Zweidrift- und Ellipsoidtheorie noch eine ganz fundamentale Voraussetzung ein: In allen beobachteten Raumgebieten herrsche ein und dasselbe Verteilungsgesetz.

Solange das Problem der Sonnenbewegung im Vordergrund stand, durfte man die Voraussetzung jedenfalls als gute Arbeitshypothese verwenden. Betrachten wir aber die Sonnenbewegung als *gegeben*, so wird gerade die Frage von höchstem Interesse, ob die Vorzugsbewegung eine mehr lokale Erscheinung im Sternennall sei, die nur die nähere Umgebung unserer Sonne betrifft, oder ob sie sich ohne Änderung bis in die fernsten Teile des Milchstraßensystems erstreckt. Nur in letzterem Falle hätte es ja überhaupt einen Sinn, ein allgemeines Verteilungsgesetz der Geschwindigkeit aufzusuchen und für Erklärungsversuche der in den Sternbewegungen ausgesprochenen Gesetze zu verwenden.

Nach Festlegung der Sonnenbewegung steht uns in der jüngsten Forschungsepoche ein vollkommen direkter, gänzlich hypothesenfreier Weg offen, der erst durch die ungeahnte Verbesserung und Vermehrung des Beobachtungsmaterials in den letzten Jahren beschreitbar wurde, nämlich die Bestimmung absoluter, totaler Bewegungen der Sterne im Raum. Ist Eigenbewegung, Radialgeschwindigkeit und Parallaxe durch Beobachtungen bestimmt, so berechnet man aus diesen Daten und den Elementen der Sonnenbewegung U , V , W die drei rechtwinkligen Geschwindigkeitskomponenten in km/sec oder noch besser A° , D° , V km/sec, Lage des Zielpunktes und Betrag der absoluten Geschwindigkeit des Sternes.

In seinem Werke „Bau des Fixsternsystems“,

¹⁾ Sie untersucht die Pole der Eigenbewegungen, die sich um einen größten Kreis häufen, wenn die Eigenbewegungen nach einer Stelle konvergieren. Der Apex ist wieder ein Pol jenes Häufungsgürtels.

das 1906 — also gerade an der Schwelle jener großartigen Erweiterung astronomischen Forschungsgebietes — erschien, konnte *Kobold* 21 relative Totalbewegungen mitteilen. Schon 1912 führt uns das Lick. Obs. Bull. Nr. 214 mit hundert absoluten Totalbewegungen den ersten größeren Versuch einer direkten Bestimmung der wahren Geschwindigkeitsvektoren (Zielpunkt an der Sphäre *A*, *D* und Betrag *V*) vor. *H. C. Wilson* rechnete dabei mit verschiedenen angenommenen Parallaxen und schob in 50 Fällen wirklich gemessene Parallaxenwerte ein. Dadurch erkennt man den großen Einfluß dieser am schwierigsten genau zu erlangenden Beobachtungsdaten auf *A*, *D* und *V* recht deutlich. Meine Bearbeitung der Parallaxenliteratur erlaubte mir, für 63 Sterne der Wilsonschen Liste möglichst wahrscheinliche Werte zu interpolieren und die Unsicherheit erheblich einzuschränken. Trotzdem die Liste lauter abnorm große, für die Statistik scheinbar unbrauchbare Geschwindigkeiten enthält, zeigte sich noch deutlicher als in *Wilson's* Kartenskizzen, daß die Zielpunkte um die Ebene der Milchstraße, und zwar besonders enge in der Gegend um den Vertex (absolute Richtung von Drift I oder einer großen Halbachse des Geschwindigkeitsellipsoides), gehäuft sind, während auf der anderen Seite der Vorzugsgeraden, dem Antivertex keine Konzentration nachweisbar war.

Diesen in Anbetracht des Materials verblüffenden Ergebnissen stehen nun die aus mehreren tausend Sternen statistisch gefundenen, indirekten Resultate gegenüber: Dort 6000, hier 60 Sterne; dafür aber dort theoretische, hier unmittelbar aus den Beobachtungen fließende Gesetze. Eine Brücke zwischen beiden Extremen konnte das halbe Tausend Spezialbewegungen versprechen, das aus meiner Sammlung von Parallaxensternen zu gewinnen war.

Die Untersuchung hat noch ganz besonderes Interesse, da schon bei der dritten Größenklasse jede Vollständigkeit dieses Sternmaterials aufhört und von dort ab fast ausschließlich *abnorm große Eigenbewegungen* vertreten sind, bei welchen man am ehesten auf meßbare Parallaxen zu stoßen hoffte. Wie bei *Wilson's* Totalbewegungen haben wir es wesentlich mit einer *Auslese von Schnellläufern* zu tun, was folgende Daten bekräftigen: Unter 498 Sternen sind 123 schwächer als achter Größe, also sicher bloß wegen riesiger Eigenbewegung untersucht; aber für 241 Sterne — fast die Hälfte des Materials — ergeben sich Parallaxen unterhalb $0,05''$, für nur 25 über $0,2''$ ¹⁾. Nun kann aber die parallaktische Bewegung höchstens die vierfache Parallaxe ausmachen²⁾. Nicht besondere Nähe, sondern große

Geschwindigkeit, nicht parallaktische Bewegung, sondern Spezialbewegung wird also meistens bei Eigenbewegungen von $1''$ und darüber den Ausschlag geben.

Das Ausleseprinzip der Parallaxensterne täuscht uns demnach einen bedeutenden Anstieg der seitlichen linearen Geschwindigkeiten mit abnehmender Parallaxe vor, den man bei Analyse der Beträge der Spezialbewegungen berücksichtigen muß. Die Positionswinkel gestatten dagegen eine unmittelbare Prüfung der Gesetze von *Eddington* und *Schwarzschild*, die für Spezialbewegungen so einfache Formen annehmen, daß eine gleichzeitige Behandlung der ganzen Sphäre mittelst einer Häufigkeitskurve möglich wird. Die Anwendung statistischer Gesetze auf das scheinbar unzulässige Sternmaterial rechtfertigt sich im Auftreten der genau nach Vertex und Antivertex riesig stark ausgeprägten Vorzugsbewegung. Wir finden hier eine Bestätigung und Erweiterung der wunderbaren Eigenschaften jener 63 Totalbewegungen, merkwürdige Beziehungen, die ganz neuartige Ausblicke auf die bisher üblichen Hypothesen eröffnen. Folgende Leitsätze fassen die aus 498 Spezialbewegungen gewonnenen Hauptresultate zusammen:

1. Beide Sterndriften sind in dem Raume, der unsere Sonne bis Parallaxe $= 0,05''$ (etwa 65 Lichtjahre) umgibt, in allen Teilen nachweisbar und durchdringen sich somit in diesem Raum.
2. In der weiteren Umgebung, bis Parallaxe $= 0,01''$ (326 Lichtjahre) herab, ist Drift I unter den auf Parallaxe geprüften Sternen gegenüber der entgegengesetzten Drift II, der unsere Sonne angehört, immer mehr vorherrschend.
3. Die Sterne mit unmeßbar kleiner Parallaxe gehören ausschließlich zur I. Drift, ohne daß aber durch diese Tatsache das Fehlen oder auch nur Abnehmen von Drift II in jenen Distanzen erwiesen wäre.
4. Große und abnorm große Geschwindigkeitsbeträge finden sich weit häufiger in Drift I als in Drift II.
5. Die Abnahme der II. Drift mit der Entfernung von der Sonne (Punkt 2 und 3) ist bloß eine Folge des Ausleseprinzipes der Parallaxensterne, also nicht reell; sie erklärt sich aus vorigem Leitsatz (Punkt 4).
6. Die Strenge der allgemeinen Richtungsbevorzugung wächst ungemein stark für große und abnorm große Geschwindigkeiten, so zwar, daß deren Verteilungsgesetz durch *Eddington's* und *Schwarzschild's* Theorie nicht befriedigend darstellbar ist.
7. Es besteht eine Bevorzugung der galaktischen Ebene, so daß nahe der Milchstraße und nahe ihren Polen liegende Gebiete, 90° vom Vertex, nicht äquivalent sind (Hinfälligkeit der Rotationssymmetrie um die Vorzugsgerade).

¹⁾ Für die drei nächsten Sterne finde ich:

α Centauri $0,757'' \pm 0,010''$ oder 4,3 Lichtjahre
 Lalande 21185. . . $0,396 \pm 0,021$ " $8\frac{1}{4}$ "
 α Canis mj. (Sirius) $0,375 \pm 0,006$ " 8,7 "

²⁾ Da nämlich die Sonne jährlich 4 Erdbahnhalmesser zurücklegt.

8. Zwischen dem Verhalten der am Vertex und Antivertex gelegenen Gebiete zeigen sich auffällige Unterschiede. Überhaupt sind *beträchtliche Abweichungen von der Symmetrie* vorhanden, unter denen die *Bevorzugung südlicher Richtungen* von seiten großer Geschwindigkeiten hervorzuheben ist.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint das durch Satz 6 charakterisierte Verhalten großer Geschwindigkeiten, welches sich am wenigsten mit den statistischen Theorien zusammenreimen läßt. Schon *Dyson* und *Beljowsky* hatten eine strengere Einhaltung der Vorzugsrichtungen festgestellt, als sie die Zweidrift- und Ellipsoidtheorie speziell auf *große* Eigenbewegungen anwendeten. Man konnte jedoch auch an eine Wirkung systematischer Fehler der Sternkataloge denken, die bei großen Eigenbewegungen weniger als bei kleinen austragen und bei ersteren gleichsam die Gesetzmäßigkeit der Spezialbewegungen reiner bloßlegen würden. Eine solche Deutung ist bei linearen Geschwindigkeiten, die unter den verschiedensten Bedingungen aus Eigenbewegung und Parallaxe zustande kommen, daher mit ganz unregelmäßigen Fehlern behaftet sind, ganz ausgeschlossen. — Aus einer Diskussion der Häufigkeitskurve ließ sich folgender Satz ableiten:

„Es ist unmöglich, die Parallaxensterne derart in zwei Schwärme zu teilen, daß der Schwerpunkt des Systems in Ruhe bleibt, wie immer man auch Stromgeschwindigkeit und Sternzahl der beiden Driften annimmt.“

Sterndriften im Sinne *Eddingtons*, die großen als Ganzes gleichförmig strömenden Schwärme von individuell regellos bewegten Sternen, gibt es hier nicht. „Drift I“ ist nur die gemeinsame Bezeichnung aller Sterne, die den Vertex als Richtung bevorzugen, ohne Rücksicht auf den Betrag der Geschwindigkeit; eine Ineinanderschachtelung langsamen und raschen Strömens, wenn man will, so zwar, daß gerade die raschesten Ströme die geringste Streuung aufweisen. Dasselbe gilt auch für die sternärmere Drift II und den Antivertex, wo die großen Geschwindigkeiten weit seltener sind. Wie enge sich die Richtungen an die Vorzugsgerade schmiegen, zeigt am besten die fast keilartige Zuspitzung der Häufigkeitskurve an den Enden ihrer Längsachse.

Der Verdacht, daß ausgedehnte *Sternfamilien*, das sind Sterngruppen mit fast strenge paralleler und gleicher Bewegung, an der ganzen Erscheinung die Schuld tragen, liegt nahe. In der Nähe der Vorzugsgeraden könnten sie sich mit einer kleinen Streuung, die ja infolge von Beobachtungsfehlern immer vorhanden ist, leicht dem regulären Schwarm beimengen und so die ovalen Enden der theoretischen Häufigkeitskurve bis zur Keilform zuspitzen.

Eine daraufhin unternommene Prüfung des Materials ergab indessen mit Ausnahme von einigen zum Teil neuen Mitgliedern der *Ursa major*-,

61 *Cygni*- und *Stroobants* *Sonnengruppe*⁴⁾ nirgends die Möglichkeit einer Familie, die auch nur fünf Glieder umfassen könnte. Zwar findet man leicht einige Spezialbewegungen heraus, die an der Sphäre innerhalb der Beobachtungsunsicherheit nach einem Punkte konvergieren, doch die Prüfung der Geschwindigkeiten bestätigt nur in den seltensten Fällen die Gleichheit der Totalbewegung. Als Kuriosum sei hier das Sternpaar 40 α_2 Eridani und 6 H Cephei erwähnt. Die beiden Sterne sind am Himmel durch einen Bogen von $108\frac{1}{2}^\circ$ getrennt, laufen aber nichtsdestoweniger mit der gleichen Riesengeschwindigkeit von 130 km/sec nach demselben Punkte $A = 284^\circ$, $D = -40^\circ$, der erste 18, der zweite über 300 Lichtjahre von uns entfernt.

Zum Aufsuchen von Sternfamilien wurden 332 der Richtung nach genauer als $\pm 10^\circ$ bekannte Spezialbewegungen als größte Kreise auf einem Himmelsglobus eingezeichnet. Die Hinzuziehung allenfalls vorliegender Radialgeschwindigkeiten gestattete nach einem bequemen Verfahren, A , D , V fast ohne Rechnung abzulesen und durch Benützung weiterer, von *Adams-Kohlschütter* bestimmten Totalbewegungen konnte ich (Juni 1914) eine provisorische Karte von 196 genäherten Sternzielpunkten zusammenstellen. Sie läßt auf den ersten Blick *Vertex*, *Antivertex* — der, wie man sich erinnert, bei *Wilson* noch fehlte — und *galaktische Bevorzugung* erkennen. Die *beigeschriebenen Beträge der Geschwindigkeiten haben nicht die geringste Tendenz, an den beiden Häufungsstellen der Zielpunkte sich bestimmten Werten zu nähern*. Für $\frac{2}{3}$ des Materials bestätigt sich also auf direktestem Weg das Fehlen jener hypothetischen Sternfamilien und damit auch die allgemein statistische Natur der neuen Gesetzmäßigkeiten.

Allem Anschein nach überbrückt die enge Richtungsverwandtschaft verschieden großer Bewegungen überhaupt den bisher so schroffen Gegensatz von „Sterndrift“ und „Sternfamilie“.

III.

Wir wollen nun die Erklärungsversuche betrachten, die man für die eigenartigen Bewegungsgesetze des Sternenalls aufstellen kann, soweit sie überhaupt einige Sicherheit besitzen und möglichst direkt aus den Beobachtungen abgeleitet sind. Dabei kann es sich wegen der Neuartigkeit und

⁴⁾ Von der erweiterten „*Bärenfamilie*“ finden sich β Anrigae, α Canis maj. (= Sirius), β , γ , ϵ , ζ Ursae maj. und α Coronae; eventuell 3 neue Glieder. Bei der durch etwa 100 km/sec Geschwindigkeit ausgezeichneten 61-Cygni-Gruppe kommen 5 alte und 7 neue Glieder in Frage, 6 früher dazugerechnete sind zu streichen. Mit unserer *Sonne* würden α Cassiopeiae, β Persei, α Persei, α Scorpii (?), γ Cygni, ϵ Pegasi, α Pegasi und als neue Glieder γ Pegasi, 2 *Lyncis*, ζ Geminorum, α Crucis (?), α Serpentis, η Herculis, κ Pegasi eine Familie bilden. Die nach 61 Cygni und Sonne benannten Familien zeigen jedoch eine Streuung in den Elementen A , D , V , die unbedingt schon die Unsicherheit der Beobachtungsdaten überschreitet.

Kompliziertheit der Erscheinungen zunächst nur um die allgemeinsten Züge handeln, wie die Existenz der Vorzugsbewegung und ihre Beziehung zum Phänomen der Milchstraße.

Untersuchungen über die räumliche Verteilung der Sterne, namentlich die Arbeiten v. Seeligers, lassen in der Milchstraße nicht bloß die optische Wirkung größerer Tiefenausdehnung des Sternenalls erkennen, sondern die Hauptebene dieses wolkenartig aufgebauten Bandes ist für das ganze System von fundamentaler Bedeutung. Mit wachsendem Abstand von der Hauptebene nimmt die Sternzahl pro Volumeneinheit ab und sinkt schließlich bis auf Null. Aber auch in der galaktischen Ebene selbst und den angrenzenden Schichten erstreckt sich die Sternenfülle nicht ins Unendliche, sondern erreicht bei abnehmender Dichte eine Grenze. So erhalten wir im großen ganzen einen flachgedrückten, verhältnismäßig scharf begrenzten Haufen mit nach außen abnehmender Dichte als „typisches Bild“ (v. Seeliger) des Sternsystems.

Die Einheitlichkeit dieses Bildes wird gewaltsam zerrissen durch die Kapteyn-Eddingtonsche Vorstellung der zwei Sterndriften. Selbst eine lokale Beschränkung der gegensätzlichen Strömungen auf das zentrale Gebiet von etwa 400 Lichtjahren Halbmesser — rund $\frac{1}{20}$ der Grenzdistanz —, wo wir Bewegungsvorgänge beobachten, läßt nur unsichere, phantastisch anmutende Deutungen zu. Man müßte auf die Entstehungsgeschichte der *Spiralnebel* zurückgehen, deren Gestalt nach modernen Photographien eine so plausible Erklärung aller Details in der Struktur der Milchstraße liefert, daß sie *Easton* geradezu für außerhalb liegende, koordinierte Systeme hält. Die Zweiarmligkeit der Spiralformen und andere Merkmale legen den Gedanken an eine Art Aufwicklung zweier ehemals getrennter Systeme nahe, die bei ihrer Begegnung in den gegenseitigen Anziehungsbereich gerieten und nun gleichsam umeinander fließen. Der zentrale Knoten, in welchen bei den Spiralnebeln zwei Äste einmünden, würde für die Milchstraße seine Mitte im Sternbild Cygnus haben (*Easton*) und als große Sternwolke noch die Sonne umhüllen (*Stratonoff*). Unsere Umgebung wäre demnach der Schauplatz eines Mischungsprozesses allergrößten Stiles, der mit den beiden Erzeugern der Milchstraßenspirale in Zusammenhang stünde.

Die Lehre von der ellipsoidischen Geschwindigkeitsverteilung fordert zwar keine Spaltung des Sternsystems, sie ist „unitarisch“, führt aber jedenfalls auf ganz fremdartige physikalische Ursachen. So erklärt *B. Boß* den kristallartigen Einfluß auf die Sterngeschwindigkeit durch ein elektromagnetisches Kraftfeld, eine Annahme, die sich natürlich jeder exakten Kontrolle entzieht.

Um solchen für weitere Forschungen wenig fruchtbaren Spekulationen aus dem Wege zu gehen, dürfen wir die Erklärungsversuche von vornherein an kein wie immer beschaffenes „Verteilungsgesetz“ der Geschwindigkeit knüpfen.

Schon in der *endlichen Geschlossenheit* des typischen Bildes liegt ein Hinweis, daß die Bewegungen durch ein *dynamisches* Prinzip beherrscht werden müssen, welches die Zerstreuung der Sternwolken hintanhält, indem nach innen gerichtete Anziehungskräfte auftreten.

Newtons Gravitationskraft vermag in zwei Grenzfällen einfach geschlossene Bahnen hervorzubringen. Erstens, wenn die ganze Masse im Zentrum des Systems konzentriert, zweitens, wenn sie über das System gleichförmig verteilt wäre. Der erste Fall ist nahezu im Sonnensystem erfüllt, da die Sonne alle sie umkreisenden Massen zusammengekommen fast tausendmal übertrifft. Der zweite Fall entspricht praktisch einem kugelförmigen Haufen mit konstanter Sterndichte. In einem solchen Globularsystem gibt es nach der Theorie Ellipsen (Kreise, Gerade) gleicher Umlaufzeit (Schwingungszeit), deren Mittelpunkt im idealen Zentrum (Schwerpunkt) des Haufens liegt, als Bahnform. Für die zwischen vollkommener Konzentration und homogener Verteilung möglichen Fälle nach innen zunehmender Dichte hätten wir — außer der immer möglichen geradlinigen Pendelschwingung des freien Falles durch die Mitte hindurch — ovale Kurven zu erwarten, deren Längsrichtung sich fortwährend in ihrer Ebene dreht, ähnlich wie die Sonnennähe einer Planetenbahn durch „säkulare Störungen“ (Einwirkung anderer Planeten) verschoben wird.

Welche Deutung kann man nun der Vorzugsgeraden nach dynamischer Auffassung geben? — Vielleicht stellt sie eine *tangentielle* Richtung kreisähnlicher Bahnen nahe der Hauptebene vor, oder aber sie ist eine *radiale* Richtung, in der langgestreckte, fast wie Schwingungen verlaufende Bahnen unseren Standpunkt kreuzen.

Die erste Auffassung scheint durch eine formelle Analogie bestätigt zu werden, die *S. Oppenheim* zwischen den von der Erde aus gesehenen Bewegungen des Planetoidenschwarms und den Eigenbewegungen durch harmonische Analyse¹⁾ auffand. Nachdem aber für die beiden Sternströme räumliche Durchdringung direkt nachgewiesen ist, darf die Zwiespältigkeit der Bewegungen nicht analog geozentrischer Recht- und Rückläufigkeit der Planeten als Wirkung der Perspektive gedeutet werden, sondern man müßte zwei in entgegengesetztem Sinne kreisende Sonnenschwärme annehmen, eine Vorstellung, die *Schwarzschild* bereits 1908 in einem populären Vortrag entwickelt hat. Störungen infolge der Gegenläufigkeit haben äußerst geringe Wahrscheinlichkeit, denn die Sterne sind im Raume spärlicher ausgestreut, als Stecknadelköpfe in kilometergroßen Abständen. Die mittlere Massendichte des Sternenalls in der Umgebung der

¹⁾ Die gruppenweise gebildeten Mittelwerte der Bewegungen werden durch periodische Reihenentwicklungen dargestellt. — Für den Zentralpunkt erhält *Oppenheim* Rektasz. 20°, Dekl. +34°, unweit β Andromedae.

Sonne läßt sich nach verschiedenen Methoden auf 10^{-23} bis 10^{-22} g/cm³ schätzen, d. h. $1/_{10}$ bis 1 g Materie kommt auf einen Würfel von 100 km Seitenlänge. Aus diesen Zahlen und der Gravitationskonstanten ($k^2 = 6,67 \times 10^{-8}$ in absolutem Maß) folgt für eine Kreisgeschwindigkeit von 25 km/sec der Radius von 500 bis 1550 Lichtjahren (Parallaxe = 0''0065 bis 0''0021). Für den kleineren Wert der so gefundenen Zentraldistanz würde sich die bevorzugte „Heerstraße“ der Sterne noch im Beobachtungsbereich sehr merklich drehen. Nach den Resultaten der Sternverteilung sollte unser Standpunkt aber sogar noch näher dem Zentrum liegen, sonst könnte nicht ein verhältnismäßig rascher Dichtenabfall nach *allen* Seiten stattfinden. Setzen wir die Sterndichte bis zum Abstand von 18 Lichtjahren gleich 1, so findet *v. Seeliger* für 65 Lichtjahre 0,58, *Schwarzschild* dagegen noch 0,88 und erst für 326 Lichtjahre 0,54.

Jedenfalls stößt die Annahme *kreisähnlicher* Bahnen hier auf bedenkliche Widersprüche, und völlig unhaltbar wird sie, wenn wir an die Eigenschaften großer und abnormer Geschwindigkeiten bei den Parallaxensternen denken. Nur die zweite, 1912 von *Turner* begründete Auffassung — *schwingungsnahe Bahnen* — kann erklären, daß an einer Stelle des Systems die verschiedensten Geschwindigkeitsbeträge ein und dieselbe Vorzugsgerade haben und daß gerade die größeren einen strengeren Parallelismus aufweisen. Die Geschwindigkeit an ein und demselben Ort hängt nämlich jetzt von der Elongation der Bahn ab, und es ist ganz plausibel, daß die weit ausschlagenden Sterne sich besonders strenge der Richtung des Radiusvektors anschließen. Es sind eben meist Fälle, die einer fast ungestörten Fallbewegung entsprechen. Da *Turner* das Zentrum nach der Vertexseite (unweit α Orionis) verlegt, würde Drift I die „fallenden“, Drift II die „steigenden“ Sterne umfassen. Das Überwiegen großer Geschwindigkeiten in I läßt dann den interessanten Schluß zu, daß sie beim Passieren des dichtesten Zentralgebietes irgendwie vermindert werden.

Nicht allein die Zentraldistanz, auch die Dichtenverteilung bleibt für die Schwingungen in weitesten Grenzen willkürlich. Im Gegensatz zu dieser Anpassungsfähigkeit der Turnerschen Hypothese lassen nur die zwei extremen Fälle (konzentrierte oder homogene Anordnung) nach einem Theorem von *Bertrand* Kreisbahnen zu. Stellt man die Bedingung, daß in einem kugelförmig geschichteten Sternhaufen ein bestimmtes Dichtengesetz stationär erhalten bleibt, so läßt sich theoretisch die (mit dem Zentralabstand veränderliche) Geschwindigkeitsverteilung ermitteln. Dieses ebenso interessante als schwierige Problem hat *Eddington* für konstante Dichte und für ein spezielles Konzentrationsgesetz gelöst. Im ersten Fall herrscht die tangentielle, im zweiten die radiale Bewegung vor.

So gestattet die dynamische Auffassung, das Problem der Sternbewegungen auf den exakten Boden der Mechanik zu stellen. Wenn auch bis jetzt kaum die grundlegenden Fragen klargestellt sind, so führt doch jede Annahme auf eine Fülle beobachtbarer Folgerungen. Mit der Mechanik stationärer Systeme allein werden wir für das Sternenall allerdings nicht das Auslangen finden.

Die Schwingungsperioden oder Umlaufzeiten der unter dem Einfluß allgemeiner Anziehung durch unser Beobachtungsgebiet pulsierenden Sterne sind von der Größenordnung 100 Millionen Jahre. Sie reichen also an die Grenze geologischer Epochen heran, und wenige Durchquerungen einer Sonne durch das Zentralgebiet setzen vielleicht schon einen kosmogonischen Abschnitt zusammen, in dem sich Änderungen des Spektraltypus vollziehen. Die sowohl aus Eigenbewegungen wie aus Radialgeschwindigkeiten übereinstimmend nachgewiesene *Beziehung zwischen mittlerer Geschwindigkeit und Spektraltypus* weist auf parallel laufende Änderungen des kinetischen Zustandes in jenen ungeheuren Zeitperioden hin. Unsere Betrachtungen münden wieder in kosmogonische Spekulationen ein. Astrophysikalische Daten wie der Temperaturzustand der Sterne müssen in die Bewegungsastronomie als Zeitmesser einbezogen werden, wodurch neue Hilfsmittel, aber auch neue Komplikationen in das Problem eintreten.

Der sicherste Weg, in absehbarer Zeit sehr wesentliche Fortschritte zu erzielen, wäre die Vermehrung und Verbesserung des Materials an Totalbewegungen. Eine großzügig organisierte Bestimmung von Sternparallaxen, die nur Sterne bekannter Eigenbewegung und Radialgeschwindigkeit auf ihr Programm setzt, könnte in wenigen Jahren 1½ tausend Totalbewegungen liefern, von welchen trotz der aus Parallaxe resultierenden Unsicherheit vorläufig mehr Aufschlüsse zu erwarten sind als von der rein statistischen Behandlung noch so vieler Eigenbewegungen. Die letztere Methode wird erst ausschlaggebend, wenn wir die *formalen* Gesetzmäßigkeiten in unserer Umgebung durch *reale* ersetzen, wie es *Turners* Hypothese mit Erfolg versucht. Ist einmal im Bereiche meßbarer Parallaxen irgendeine durch unseren Standpunkt *durchlaufende* systematische Änderung eines Bewegungselementes wirklich bestätigt, so liefert die statistische Untersuchung kleiner Eigenbewegungen ein Mittel, unser Beobachtungsgebiet immer weiter in den Raum hinauszuschieben bis in Tiefen, die längst keiner Parallaxenmessung mehr zugänglich sind. Ohne die Kenntnis jener systematischen Änderung sind wir nie sicher, ob die statistische Trennung der Eigenbewegung in parallaktische Bewegung und Spezialbewegung nicht trügt, und *v. Seeligers* typisches Bild ist der sicherste Beweis dafür, daß derartige Änderungen stattfinden müssen.

Die Berührungsempfindlichkeit der Pflanzen.

Von Dr. P. Stark, Leipzig.

(Schluß.)

Bis jetzt sind wir keinen Erscheinungen begegnet, die einen wesentlichen Unterschied zwischen Keimlingen und Ranken aufdeckten. Dagegen führten Versuche mit Gelatine und Wasserstrahl zu einem unerwarteten Ergebnis. Es wurde schon eingangs erwähnt, daß Ranken sich nur dann krümmen, wenn sie mit einem rauen Körper gereizt werden. Pfeffer schloß daraus, daß es für den Eintritt der Erregung erforderlich ist, daß ein Druckgefälle hergestellt wird, daß nahe benachbarte Punkte mit verschiedener Intensität gereizt werden, und er wies auch darauf hin, daß in dieser Beziehung Übereinstimmung mit dem Tastsinn des Menschen herrscht. Taucht man den Finger in Quecksilber ein, dann entsteht ein Druckgefühl bloß an der Flüssigkeitsgrenze, nicht dagegen an den untergetauchten Hautpartien. Die Tastkörperchen des Menschen sowohl wie die Ranken sind auf „Kitzelreize“ eingestellt. Die Keimlinge aber führen auch dann Krümmungen aus, wenn durch Gelatine oder Wasserstrahl ein gleichmäßiger einseitiger Druck hergestellt wird. Die Reaktionen sind zwar weniger augenfällig, und es muß auch öfters mit Gelatinestäbchen gerieben werden als mit Korkstückchen, wenn eine Wirkung erzielt werden soll; aber immerhin, der Erfolg ist nicht zu verkennen, und der



Fig. 5. Linumkeimling, an der Spitze mit Wasserstrahl gereizt.

Reiz wird sogar weiter geleitet (Fig. 5). Selbst dann, wenn man Keimlinge unter möglichster Vermeidung einer haptotropischen Reizung in einen dünnen Gelatinepanzer einschließt und dann nach so erzielter Dämpfung mit Gelatinestäbchen reizt, findet noch eine Zukrümmung statt. Vielleicht beruht dies darauf, daß in diesem Falle erst sekundär im Innern des Gewebes ein Druckgefälle hergestellt wird. Wie dem aber auch sei, jedenfalls haben wir hier eine Annäherung an die Seismonastie, die von der höchsten phylogenetischen Bedeutung ist. Denn die Vermutung liegt sehr nahe, daß sich beide Sensibilitäten aus derselben Wurzel entwickelt haben. So extrem das Verhalten von Mimosa auf der einen und der Ranken auf der anderen Seite ist, so gibt es

doch schon — ganz abgesehen von unseren Keimlingen — eine Menge von Bindegliedern, welche die Gegensätze überbrücken. Es mag hier nur daran erinnert werden, daß es auch auf dem Gebiete der tierischen Physiologie gelungen ist, verschiedene Sinnesqualitäten auf eine einheitliche Quelle zurückzuführen, so den Geruchs- und Geschmackssinn auf einen chemischen Sinn, und das Gehör und die statischen Sinnesorgane auf den Tastsinn.

Es ist aber möglich, den Kreis noch weiter zu ziehen. Schon seit langer Zeit ist bekannt, daß Wurzeln, wenn sie in strömendes Wasser versetzt werden, sich häufig der Stromrichtung entgegenkrümmen. Aber es ist gar nicht erforderlich, daß die ganze Wurzel dem fließenden Wasser ausgesetzt wird. Derselbe Erfolg wird erreicht, wenn man nach Art unserer Keimlingsversuche aus einer engen Glasröhre einen Wasserstrahl gegen die Wurzel richtet. Derartige Experimente haben auch gezeigt, daß Krümmungen in der Spitzenregion erzielt werden, wenn man eine ausgewachsene Partie reizt. Man hat vielfach darüber gestritten, welches das wirksame Agens beim „Rheotropismus“ sei, der Druck des Wassers als solcher oder osmotische Einflüsse. Man hat gegen die erste Deutung hauptsächlich geltend gemacht, daß eben die stark berührungsempfindlichen Ranken auf Wasserstrahl nicht reagieren. Nun hat aber Newcombe nachgewiesen, daß rheotropische Krümmungen auch dann erscheinen, wenn die Wurzeln mit einem Kolloidumhäutchen umgeben und damit Diffusionsvorgänge unterbunden werden. Da wir nun außerdem in den Keimlingen Objekten begegnet sind, die gleichzeitig auf Wasserstrahl und „Kitzelreize“ reagieren, so sind die Bedenken gegen einen Anschluß von Rheotropismus und Haptotropismus zum mindesten stark verringert. Wir haben es hier, ähnlich wie bei der Seismonastie, mit divergierenden Entwicklungslinien zu tun. Für die Ranken ist es zweifellos zweckmäßig, wenn sie nicht auf Wasseranprall reagieren, denn sonst würden sie unnötigerweise bei jedem Regenguß zu Krümmungen veranlaßt. Welchen Vorteil dagegen die Wurzeln aus ihrer erhöhten Sensibilität für fließendes Wasser ziehen sollen, ist durchaus unklar. Man darf aber nicht vergessen, daß auch die Kontaktkrümmungen der Keimlinge nicht unter dem Gesichtspunkte der Nützlichkeit betrachtet werden können.

Daß wir bisher gerade etioliierte Keimlinge als Demonstrationsobjekte wählten, hatte seine guten Gründe. Keimlinge sind an sich schon zarte, raschwüchsige und daher sehr reaktionsfähige Gebilde, und diese Eigenschaft wird durch die Aufzucht im Dunkeln noch verstärkt. In Wirklichkeit kommt aber die Fähigkeit, auf Berührungsreize zu antworten, in derselben Weise auch älteren, im Freien aufwachsenden Pflanzenorganen der verschiedensten Art zu, und nur, weil der Reizerfolg im allgemeinen wesentlich geringer

ist und weil bis jetzt speziell darauf hinzielende Untersuchungen kaum angestellt wurden, konnte diese Tatsache übersehen werden. Allerdings ist der Ausfall der Versuche in hohem Maße von der Natur der Objekte abhängig. Experimente mit derben, langsam wachsenden Pflanzenteilen fallen meist negativ aus, möglicherweise bloß deshalb, weil der Verwirklichung der Krümmungstendenz zu große Hindernisse im Wege stehen. Ferner ist die Oberflächenbeschaffenheit von hervorragender Bedeutung; die meisten und ausgeprägtesten Krümmungen traten bei behaarten Arten auf; offenbar verursachen die Rauigkeiten der Epidermis eine Verstärkung der Erregung. Dies ist aus Tabelle III zu ersehen, die

ist zu ersehen, daß bei ca. $\frac{1}{3}$ der untersuchten Spezies Kontaktempfindlichkeit nachgewiesen werden konnte. Der Vollständigkeit halber sei hinzugefügt, daß bei den Kryptogamen, soweit solche untersucht wurden, ganz dieselben Verhältnisse vorzuliegen scheinen. Ein derartiges Beispiel ist sogar schon seit langer Zeit bekannt. Die Sporangienträger von *Phycomyces* führen schon auf die leisesten Berührungen, z. B. bei der Tuschemarkierung mit einem Pinsel, eine nach der gereizten Flanke zugewendete Krümmung aus, die schon nach wenigen Minuten erfolgt. Wachstumsfähig ist bloß die oberste Region des Sporangienstiels. Reizt man eine tiefere Zone oder das Köpfchen des Sporangiums, dann

Tabelle III.

Gereiztes Organ	Zahl der unter- suchten Spezies	Es haben nicht reagiert			Es haben reagiert			
		glatte Spezies	behaarte Spezies	ins- gesamt	glatte Spezies	behaarte Spezies	ins- gesamt	dasselbe in %
Blattstiel	63	19	24	43	3	17	20	32
Laubspießachse	32	7	15	22	0	10	10	31
Infloreszenzachse	33	12	8	20	5	8	13	39
Blütenstiel	32	11	15	26	0	6	6	19
	160	49	62	111	8	41	49	31

sich ausschließlich auf nichtkletternde Blütenpflanzen bezieht. Die Reizung bestand darin, daß mit einem Holzstäbchen 50-mal gerieben

wird der Reiz erst weiter geleitet und löst eine Krümmung in der Wachstumsregion aus. Wir haben hier also ein Verhalten, das an *Agrostemma* erinnert. Die Sporangienträger von *Phycomyces* sind einzellige Gebilde, und damit wird ihre rasche



Fig. 6.
Pelargoniumblatt,
haptotropisch ge-
krümmt.

Fig. 7.
Sproß von *Isoloma*,
haptotropisch
gekrümmt.

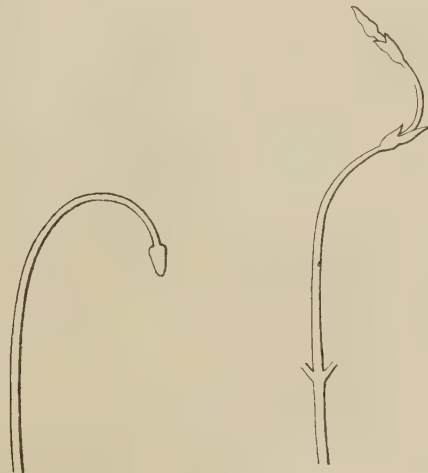


Fig. 8.

Fig. 9. *Humulus*, haptotropisch
gekrümmt. Die Spitze wendet
sich wieder der Stütze zu.

wurde. Die Reaktionen erschienen im Vergleich zu denen der Keimlinge mit großer Verspätung, im Durchschnitt nach 2—6 Stunden. Um einen Begriff von der Größe der Ausschläge zu geben, sind in Fig. 6 und 7 zwei Krümmungsstadien festgehalten. Aus der letzten Kolumne der Tabelle III

Reaktionsfähigkeit verständlich. Aber auch die derberen Stiele der Hutpilze liefern Beispiele für Haptotropismus. Fig. 8 stellt einen auf Pferdeäpfeln herangewachsenen *Coprinus*fruchtkörper dar, dessen Stiel wenige Male leicht gerieben wurde. Die Reaktion erfolgte so rasch wie bei

einer empfindlichen Ranke, ließ sich mit dem Auge gut beobachten und führte dazu, daß der Hut eine nickende Stellung einnahm.

Vielleicht ist es durch solche Kontaktreaktionen bedingt, daß Hutzpilze manchmal um Halme schlingen, oder daß sich die Hyphen mancher Arten spiralig umeinander legen. Auch das gegenseitige Umwinden von Spirogyrafäden und Moosrhizoiden hat man so gedeutet. Diese Annahme findet eine Stütze darin, daß auch etiolierte Keimlinge, wenn sie sich gegenseitig berühren, manchmal zu winden beginnen. Wir berühren damit eine alte Streitfrage der Botanik, ob nämlich für die Erklärung des Windeproblems Kontaktreizbarkeit herangezogen werden muß oder nicht. Da früher die weite Verbreitung der haptotropischen Sensibilität nicht bekannt war, und da speziell mit Schlingpflanzen angestellte Versuche vielfach — wohl infolge des Dazwischkommens der Nutationen — negativ verliefen, so glaubte man, mit Geotropismus und Zirkumnutation allein auszukommen. Daneben waren aber schon Fälle bekannt, bei denen Haptotropismus zweifellos beteiligt ist. Das gilt z. B. für *Cuscuta*, deren Stengel abwechselnd kontaktempfindlich ist und schlingt, dann wieder der Sensibilität ermangelt und gerade emporwächst. Es hat sich nun gezeigt, daß die Mehrzahl der Schlingpflanzen \pm -kontaktempfindlich ist, und die beiden Typen sind wohl durch zahlreiche Übergänge verbunden. Bei manchen Schlingpflanzen (*Akebia*) dominieren die Zirkumnutationen derart, daß die Kontaktkrümmungen nie rein zum Ausdruck kommen; es gelingt nie, die Sprosse durch gegensinnige Berührungsreize zum Ablösen von der Stütze zu veranlassen, und hier spielt der Haptotropismus beim Winden höchstens eine ganz untergeordnete Rolle. Bei anderen Pflanzen, z. B. *Humulus*, biegt sich aber bei stärkerem Reiben der Rückenflanke der Sproß von dem Stabe weg (s. Fig. 9); man darf also annehmen, daß entsprechend der alten Mohlschen Auffassung Berührungsreize beim Anlegen mitbeteiligt sind. Diese Fälle leiten zu jenen hinüber, wo das Winden ausschließlich durch Kontaktreizbarkeit besorgt wird. Hierher gehören neben *Cuscuta* auch eine Reihe von Blattstielkletterern, wie *Lophospermum* und *Clematis*.

Damit soll aber nicht gesagt sein, daß wir es hier mit einer einheitlichen Entwicklungslinie zu tun haben. *Darwin* hat zwar, eben auf Grund der Tatsache, daß manche Blattstielkletterer und auch manche Rankenpflanzen (*Bignonia*arten) gleichzeitig winden, den Schluß gezogen, daß diese beiden Gruppen der Kletterpflanzen sich aus Windern ableiteten; dagegen spricht aber, daß in all diesen Fällen, die, wohlgemerkt, nur seltene Ausnahmen sind, das Schlingen in viel primitiverer Weise erfolgt als bei den eigentlichen Windepflanzen; der Sproß windet bald links, bald rechts in ungleichmäßigen Spiralen, steigt zwischenherein wieder ein Stückchen gerade empor, ohne

jede Gesetzmäßigkeit, wie es eben verständlich ist, wenn zufällige Berührungsreize für den Verlauf des Stengels maßgebend sind. Offenbar ist hier die Befähigung zum Winden erst sekundär erworben, auf Grund der hohen Kontaktempfindlichkeit, die über den gesamten Organismus diffus verbreitet ist. Versuche mit zahlreichen Blattstielkletterern, vor allem *Clematis*arten, haben gezeigt, daß zwar die Blattstiele, entsprechend ihrer Funktion, das höchste Maß von Sensibilität aufweisen, daß aber auch Laubspresse und Blütenstiele sehr ausgeprägte Krümmungen vollführen und den Keimlingen nur um ein wenig an Empfindlichkeit nachstehen. Einmaliges Reiben genügt oft, um zu wahrnehmbaren Ausschlägen zu führen, und bei 50-maligem Streichen werden



Fig. 10. Sproß von *Cl. tubulosa*, 1/2 Minute mit 10-mal gerieben.
Fig. 11. *Cl. paniculata*, 1/2 Minute mit Wasserstrahl gereizt (Pfeil!).

oft Krümmungen von 40—90° vollzogen (siehe Fig. 10). Dabei bleibt die Reaktion meistens nicht auf die gereizte Zone beschränkt, sondern die Krümmung wandert mitunter bis zu einem Dezimeter am Stengel herunter. Das sind Strecken, die bei den Ranken ihresgleichen suchen. Wird eine Ranke lokal gereizt, dann entsteht ein ziemlich starker Knick an der Perzeptionszone, und die Krümmung breitet sich höchstens 1 cm nach beiden Seiten aus; die Erregung wird also nur sehr unbedeutend fortgepflanzt. Damit ist allerdings die Leistungsfähigkeit der Ranke noch nicht erschöpft. *Fitting* hat wahrscheinlich gemacht, daß die schraubenförmige gegensinnige Aufrollung der Rankenbasis, die dann eintritt, wenn die Spitze gefaßt hat, wohl auf Reizleitungsprozessen beruht. Ferner hat er gezeigt, daß, wenn man die Spitze nicht durch Berührung, son-

dern durch Verwundung reizt, die Krümmung bis zur Basis herabwandert. „Bei *Lathyrus latifolius* tritt die Krümmung auch dann ein, wenn man einen Sproß unterhalb des rankentragenden Blattes durchschneidet, und zwar pflanzt sich der Reiz nicht nur auf das nächste, sondern auch auf das übernächste Rankenblatt fort.“ Das sind Verhältnisse, die an *Mimosa* erinnern.

Auch hinsichtlich der Reizbedingungen stimmen die Blattstielkletterer in allen ihren Teilen mit den Keimlingen überein. Krümmungen erfolgen auch beim Reiben mit Gelatinestäbchen und bei Anwendung eines Wasserstrahles. Hierfür liefert Fig. 11 einen Beleg, wo auch noch zwei nicht gereizte Internodien an der Reaktion teilnahmen.

Nicht so günstig liegen die Dinge bei den Rankenpflanzen. Obwohl hier die Kontaktempfindlichkeit in den Ranken ihren höchsten Grad erreicht hat, sind die Reizerfolge bei den Blattstielen, Laubsprossen und Blütenständen geringer als bei den Blattstielkletterern. Immerhin ist gegenüber den nichtkletternden Pflanzen ein deutlicher Vorsprung zu verzeichnen. Das ist aus Tabelle IV zu ersehen, in der das Verhalten der

Charakteristikum dieser Gewächse ist das schnelle Wachstum, das sie eben zu ihren bedeutenden Leistungen befähigt, und das wohl ursprünglich als Wirkung der Beschattung (Etiement) anzusehen ist. Spreizklimmer sind ja fast allgemein Schattenbewohner. Wir dürfen nun wohl vermuten, daß durch die ständige Berührung mit den Stützpflanzen die Kontaktempfindlichkeit erhöht wurde. Gleichzeitig wirkte die reichliche Behaarung reizverstärkend, und das schnelle Wachstum steigerte die Reaktionsfähigkeit. Somit waren die Bedingungen für die Ausbildung von sensiblen Greiforganen äußerst günstig. Nicht alle Spreizklimmer haben freilich davon Gebrauch gemacht. Auf der tiefsten Stufe sind die bedorneten Spreizklimmer stehen geblieben. Sie halten sich rein mechanisch fest und sind nicht zu besonderen Leistungen befähigt (viele *Rubus*-arten u. a.). Andere Formen gingen zur windenden Lebensweise über. Eine solche Art, die unter günstigen Bedingungen schlingt, ist *Solanum Dulcamara*; daneben enthält dieselbe Gattung auch typische Schlingpflanzen und Blattstielkletterer (*S. jasminoides*). Schlingpflanzen und Blattstielkletterer sind, wie auch *Schenck* ver-

Tabelle IV.

	Blattstiel			Laubsproß			Infloreszenz			Blütenstiel		
	Zahl der Arten	es reagierten	das-selbe in %	Zahl der Arten	es reagierten	das-selbe in %	Zahl der Arten	es reagierten	das-selbe in %	Zahl der Arten	es reagierten	das-selbe in %
nichtkletternde Pflanzen . . .	63	20	32	32	10	31	33	13	39	32	6	19
Schlingpflanzen .	13	9	69	20	11	55	—	—	—	—	—	—
Blattstielkletterer	14	14	100	12	11	92	—	—	—	7	6	87
Rankenpflanzen .	13	7	54	15	8	53	8	5	63	—	—	—

verschiedenen biologischen Gruppen übersichtlich zusammengestellt ist. Es zeigt sich, daß der Prozentsatz der positiven Reaktionen ganz allgemein bei den Vertretern der kletternden Pflanzen wesentlich höher ist als bei den nichtkletternden, und zwar nicht bloß bei den Formen, die Greiforgane gebildet haben, sondern auch bei den Schlinggewächsen. Wie können wir diese Tatsache deuten? Wir kommen der Lösung näher, wenn wir uns den mutmaßlichen Ausgangsformen der höher spezialisierten Kletterpflanzen zuwenden, den Spreizklimmern. Diese bewerkstelligen das Emporsteigen dadurch, daß sich ihre Sprosse durch das Gestrüpp hindurchschlingen und mit ihrer Spitze auf dem Geäst flach ausbreiten oder überhängen. Ein Beispiel hierfür ist der Teufelszwirn (*Lycium barbarum*), der auf diese Weise einige Meter an Sträuchern und Zäunen hinaufzusteigen vermag. Um das Zurückgleiten zu vermeiden, sind bei den Spreizklimmern, ähnlich wie bei vielen Schlingpflanzen, rückwärts gerichtete Haare oder Stacheln vorhanden. Ein weiteres

mutet, als selbständige Zweige aus den Spreizklimmern hervorgegangen. Die Schlingpflanzen haben ihr Vermögen zu haptotropischen Reaktionen nicht in bedeutenderem Maße ausgewertet, weil das Klettern hier schon in ausreichender Weise durch Geotropismus und Zirkumnutation bewerkstelligt wird. Der Haptotropismus übt höchstens eine ergänzende Wirkung aus. Bei den Blattstielkletterern und in derselben Weise bei den Zweigklimmern ist die Sensibilität dagegen mehr und mehr gewachsen. Wahrscheinlich waren besondere, im Bau des Organismus begründete Verhältnisse dafür maßgebend, ob der Sproß oder der Blattstiel die Aufgabe des Festhaltens übernahm. Formen wie *Lophospermum scandens*, die mit den Blattstielen greifen und mit den Laubsprossen vermittlels ihrer Kontaktempfindlichkeit Stützen umschlingen, zeigen uns, daß beides Hand in Hand gehen kann. Je weiter aber die Spezialisierung gegangen ist, je weiter ein Organ auch morphologisch und anatomisch an seine Funktion angepaßt wurde, desto ausschließlicher wird

auch von ihm das Festhalten besorgt, und so sehen wir auch, daß bei den Rankengewächsen die Pflanze aus ihrer Fähigkeit, mit Sprossen und Blattstielen haptotropische Reaktionen zu vollziehen, kaum einen nennenswerten Nutzen schöpft. Dieses Vermögen ist vielmehr, wie bei den Schlingpflanzen wohl bloß ein Nebenerfolg des raschen Wachstums, das Krümmungen begünstigt, die bei langsamer wachsenden Arten gewöhnlich nicht in die Erscheinung treten.

Eine ähnliche Stufenleiter haben wir wohl bei den insektenfressenden Pflanzen anzunehmen, nur lassen sich die einzelnen Etappen bei der Seltenheit dieser Formen weniger klar verfolgen. Bei manchen Arten erfolgt der Fang durch rein mechanisch wirkende Fallen, so bei den Kannen von *Nepenthes* und bei den Blasen von *Utricularia*. Bei *Pinguicula* dagegen ist die Lamina des Blattes berührungsempfindlich und rollt sich vom Rande her auf, wenn sich ein Insekt auf der Spreite niedergelassen hat. Da aber die Schließbewegung ziemlich langsam erfolgt, so wird das erste Festhalten durch ausgeschiedenen Schleim besorgt. Größere Reaktionsfähigkeit kommt den Blättern von *Drosera* zu. Hier ist auch der Sinnesapparat schon ziemlich kompliziert eingerichtet. Reizempfindlich sind die Köpfchen der Drüsenhaare; die Krümmungen dagegen werden von den Stielen ausgeführt. Reizimpulse können von Haar zu Haar weitergeleitet werden und bedingen dann, daß sich die Köpfchen der Nachbarregion über dem Opfer zusammenbeugen. Während *Drosera* typisch haptotropisch ist, werden bei *Dionaea* die äußerst schnellen Reaktionen durch Erschütterungsreizbarkeit hervorgerufen. Auf der Blattfläche stehen große, besonders gebaute, mit einem Gelenke versehene Haare, die gegen jederlei Deformationen äußerst empfindlich sind und als „Stimulatoren“ wirken. Ein Wasserstrahl ist bloß dann wirksam, wenn er eine solche Fühlborste trifft.

Klettern und Insektenfang sind nicht die einzigen Aufgaben, in deren Dienst die Berührungsempfindlichkeit gestellt worden ist. Thigmotaktische Reaktionen sind bei den niederen Pflanzen allgemein verbreitet und stehen hier in engstem Zusammenhang mit den Befruchtungsvorgängen (*Fucus*). Berührungsreize sind es auch vor allem, die bei vielen parasitischen Pilzen das Anschmiegen und Festklammern an die Wirtspflanze ermöglichen. Vielleicht ist auch bei dem Eindringen des Pollenschlauches in die Mikropyle und bei dem Umklammern der Bodenpartikelchen durch die Wurzelhaare Haptotropismus beteiligt. Wir wollen auf diese Fälle nicht näher eingehen. Wir wollen uns mit der Feststellung begnügen, daß Berührungsempfindlichkeit wohl in jedem pflanzlichen Organismus schlummert und je nach den Bedürfnissen für die verschie-

densten Lebensfunktionen nutzbar gemacht werden kann.

Besprechungen.

Linden, Gräfin von, Parasitismus im Tierreich. Die Wissenschaft Bd. 58. Braunschweig, Fr. Vieweg, 1915. VIII., 214 S., 102 Abbildungen und 7 Tafeln. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,—.

Das Buch ist in erster Linie dazu bestimmt, dem Laien in der Parasitologie Anregung auf diesem interessanten und wichtigen Forschungsgebiete zu geben, ihn in das Leben der Schmarotzer einzuführen und ihm einen Einblick in die medizinische und wirtschaftliche Bedeutung der Parasiten zu verschaffen.

Im allgemeinen Teil wird zunächst die Verbreitung des Schmarotzertums in der Tierreihe, durch Beispiele belegt, besprochen. Der nächste Abschnitt ist der Entstehung der Parasiten gewidmet, in dem historisch von der Urzeugung an die wichtigsten Theorien kurz angeführt werden bis zu den grundlegenden Arbeiten über die Entwicklungskreise einzelner Formen. Die verschiedenen Formen des Parasitismus (temporärer und stationärer; Ektoparasiten und Entoparasiten) werden bereits durch zahlreiche Beispiele aus dem speziellen Teil, insbesondere durch Schilderung des Entwicklungsganges einiger Milben und Würmer, belegt. Besonders anregend erscheint, dem Zwecke des Buches entsprechend, der folgende Abschnitt, der die Wirkung der schmarotzenden Lebensweise auf den Körperbau und die Lebenstätigkeit der Tiere behandelt. Es wird gezeigt, wie die so gänzliche Umgestaltung der Lebensverhältnisse, wie sie der Übergang zur schmarotzenden Lebensweise mit sich bringt, die tiefgreifendsten Veränderungen in der Gestaltung eines Organismus bewirkt. Zur *Ausbildung* gelangen dabei alle Organe, die dazu dienen, die Beziehungen des Parasiten zu seinem Wirt aufrecht zu erhalten und möglichst innig zu gestalten, so die Vorrichtungen zum Festhalten, die Organe zur Nahrungsentnahme usw. Der *Rückbildung* anheim fallen dagegen alle Organe, die der freien Bewegung dienen, wie Flügel und Beine, die nicht mehr benutzt werden oder wie der Verdauungskanal, entbehrlich geworden sind. Infolge letzterer Vorgänge entstehen oft die abenteuerlichsten Formen; so ähneln die Hippobosciden, auf Pferd und Schaf schmarotzende Fliegen, durch Rückbildung ihres Flugapparates, Abplattung des Körpers und Ausbildung der Beine mehr Läusen (daher „Lausfliegen“) und gar die allermerkwürdigsten Umwandlungen zeigen die parasitisch lebenden Krebstiere, besonders die an den Kiemen von Fischen schmarotzenden, von denen gute Abbildungen im Buche gegeben werden. — Die Abschnitte: Einfluß der Schmarotzer auf den Organismus des Wirtes und Parasiten als Überträger von Krankheiten bringen in der Hauptsache die „pathogenen Parasiten“ ausführlich abgehandelt, wie Malaria, Trypanosomenkrankheiten von Mensch (Schlafkrankheit) und Tier, die durch Würmer verursachten Seuchen. Ein kurzer der Erkennung und Bekämpfung der Parasiten gewidmeter Abschnitt schließt das Buch.

Für Laien mit naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung kann das Buch zur Einführung in die Lehre des tierischen Parasitismus nur bestens empfohlen werden.

Martin Mayer, Hamburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 32.

11. August 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Dinosaurier und Ornithischier Nordamerikas.
Von *Prof. Dr. O. Abel, Wien.* S. 469.

Eine idealistische Lebensanschauung auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Von *Dr. M. Kronenberg, Berlin.* S. 474.

Die Entwicklung der Sojabohne oder Kaffeebohne (*Soja hispida* Mönch) und ihre Verwendung.
Von *Dr. B. Heinze, Halle.* S. 478.

Besprechungen:

Lorentz, H. A., Les théories statistiques en thermodynamique. Von *A. Einstein.* S. 480.

Einstein, A., Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. Selbstanzeige. S. 481.

Müller, O., Einiges über Beobachtungsfehler beim Abschätzen der Teilungen geodätischer Instrumente. Von *F. Göpel.* S. 481.

Barkhausen, Hilde, Auszüge aus James Clerk Maxwells Elektrizität und Magnetismus. Von *Max B. Weinstein.* S. 481.

Kleine Mitteilungen:

Die Kohlenproduktion im Jahre 1915. Der Meer-ochs. Agilität. Zur Aetiologie des endemischen Kretinismus in Bayern, in Sachsen und in der Schweiz. S. 482–485.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 486.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 6. S. 486.
Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, 1916, Jg. 44, H. 4, 5 u. 6. S. 487.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 1916, Bd. 39, H. 3. S. 488.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, 1916, Bd. 39, H. 4. S. 488.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, Juni 1916. S. 488.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Im Jahre 1883 erschien:

Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus

Von

James Clerk Maxwell

Autorisierte deutsche Uebersetzung von

Dr. B. Weinstein

In zwei Bänden

Erster Band: Mit zahlreichen Holzschnitten und 14 Tafeln

Preis M. 12.—; in Leinwand gebunden M. 13.20

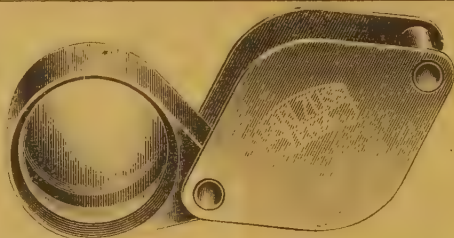
Zweiter Band: Mit zahlreichen Holzschnitten und 7 Tafeln

Preis M. 14.—; in Leinwand gebunden M. 15.20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für
Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe
für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären
Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

11. August 1916.

Heft 32.

Die Dinosaurier und Ornithischier Nordamerikas.

Von Prof. Dr. O. Abel, Wien.

Von allen Funden vorzeitlicher Tiere, die in den letzten Jahrzehnten gemacht worden sind, sind wohl keine so populär geworden, wie die riesenhaften Reptilien aus der Jura- und Kreideformation der Vereinigten Staaten Nordamerikas. Seitdem der amerikanische Milliardär *Carnegie* das Gipsmodell eines der größten Dinosaurier, des nach ihm benannten *Diplodocus Carnegiei* (Hatcher), verschiedenen großen Museen Europas zum Geschenk gemacht hat, ist das Interesse des großen Publikums für diese vorweltlichen Riesen-tiere im steten Steigen begriffen. Ist doch seit jeher in den breiten Volksschichten das Interesse für jene Tiere am lebhaftesten, welche die größten Körperdimensionen aufweisen; wenn auch viele vorzeitlichen Tiere trotz ihrer oft sehr geringen Größe in wissenschaftlicher Hinsicht weit wertvoller sind als so mancher dieser Vorweltriesen, so konzentriert sich doch das allgemeine Interesse um diejenigen Typen, welche durch ihre gigantischen Maße alle lebenden Tiere übertreffen.

Dazu kommt, daß die eigentümliche Körperform vieler Arten dieser erloschenen Vorweltriesen von jener aller lebenden Formen abweicht, daß eine große Zahl von ihnen trotz ihrer Größe nur auf den Hinterbeinen sich fortbewegte, daß bei einigen sehr merkwürdige Spezialisierungen im Arm- oder Handbau zu beobachten sind, daß andere wieder auffallend gestaltete Kieferformen und Gebißtypen aufweisen, und daß einzelne Typen mit gewaltigen Schädelzapfen oder Nackenschutzplatten und einzelne mit steil aufgestellten Rückenpanzerplatten und Schwanzstacheln bewehrt sind. So wird das Interesse an diesen fossilen Tieren nicht nur durch die beträchtlichen Dimensionen dieser Riesen, sondern auch durch ihre merkwürdige Gestalt und ihre eigenartigen Spezialisierungen in hohem Maße gefesselt. Sind auch die bizarr gestachelten *Pelycosaurier* aus dem Perm von Texas, die marinen *Morosaurier* aus der oberen Kreide von Kansas, die *Plesiosaurier* der nordamerikanischen Kreide und das bis über acht Meter klaffende größte Fluggtier aller Zeiten, *Pteranodon* ingens, aus der oberen Kreide von Kansas neben vielen anderen merkwürdig gestalteten Reptilien aus der Zeit der Reptilienherrschaft zu denjenigen fossilen Typen zu rechnen, die ein allgemeines Interesse erregen, so hat doch keine andere Gruppe dieser vorzeitlichen Kriechtiere ein so ungeteiltes Interesse wie die *Dinosaurier* gefunden.

Wir kennen heute Dinosaurier aus den mesozoischen Ablagerungen von *Europa*, *Nordamerika*, *Südamerika* (Patagonien), *Asien* (Ostindien), *Madagaskar*, *Afrika* (Kapkolonie und Deutsch-Ostafrika) und auch aus *Australien*, von wo allerdings nur sehr dürftige Reste bekannt sind. Sie scheinen also einst über die ganze Erde verbreitet gewesen zu sein, und es gehört die Frage nach den Ursachen des Aussterbens der Dinosaurier, die einmal eine weltweite Verbreitung besaßen, noch immer zu den ungelösten Problemen der Paläozoologie. Dann und wann wird zwar immer wieder behauptet, daß nach den Aussagen afrikanischer Eingeborenen darauf zu schließen sei, daß noch heute in den undurchdringlichen Sumpfgebieten Zentralafrikas die letzten Vertreter des Dinosaurierstammes ein Asyl gefunden haben, aber es liegt bis jetzt keine einzige zuverlässige Beobachtung in dieser Richtung vor. Aus theoretischen Gründen wäre gegen eine solche Annahme nichts einzuwenden, da wir ja einige solcher „lebender Fossilien“ kennen, wie die merkwürdige Brückenechse von Neuseeland (*Hatteria punctata*), welche wie ein am Leben gebliebenes Reptil aus der Permformation anmutet. Die von Zeit zu Zeit in den Tagesblättern auftauchenden Nachrichten von Jagdabenteuern mit lebenden Dinosauriern sind jedoch selbstverständlich in das Reich der Fabel zu verweisen.

Die jüngsten Dinosaurierreste gehören der obersten Kreide an; es ist zwar wiederholt behauptet worden, daß auch im Tertiär Nordamerikas und Südamerikas Dinosaurierknochen gefunden worden sind, aber die Schichten von Ojo Alamo in Neumexiko, in denen *Kritosaurus navajovius* Brown (ein Trachodontide) sowie Reste von Dinosauriern aus der Verwandtschaft von *Triceratops* gefunden worden sind, gehören nach den letzten Untersuchungen von W. J. Sinclair und W. Granger (1914) der obersten Kreide an. Die Angabe von dem alttertiären Alter der Dinosaurierreste (*Genyodectes serus*, ein *Megalosauride*) am Ufer des Rio Chico del Chubut in Patagonien, welche F. Ameghino (1904) mit Bestimmtheit vertrat, ist nicht als ein zwingender Beweis anzusehen. Eine kritische Besprechung dieser Frage würde jedoch hier zu weit führen.

Die ältesten Dinosaurierreste sind in der Triasformation gefunden worden. Daraus darf aber noch nicht der Schluß gezogen werden, daß die Dinosaurier erst in dieser Zeit vom Reptilienhauptstamme abgezweigt sind; wir kennen schon aus der Permformation Fährten, die man früher als Fußabdrücke von großen *Stegocéphalen* unter dem Namen *Chirotherium* beschrieben hat, welche

jedoch höchstwahrscheinlich von Dinosauriern herrühren. Schon in der Permzeit war der Hinterfuß von *Chirotherium* viel größer als der Vorderfuß; in beiden war der erste Zehenstrahl, also der Daumen und die Großzehe, opponierbar, wie aus den Fährten mit voller Klarheit hervorgeht. Dann nahm die Hand immer mehr an Größe ab, bis uns in der Triasformation Fährten entgegentreten, in

biped gewesen ist, und überdies geht aus der schnurgeraden Reihung der Fußfährten hervor, daß das Tier *langbeinig* gewesen sein muß. Wir können also diese Fährten nur mit Tieren in Beziehung bringen, deren Skelette uns in den bipeden, langbeinigen Dinosauriern erhalten geblieben sind.

Wir müssen uns vor dem Eingehen in die Schilderung der nordamerikanischen Dinosaurierfunde noch die Frage vorlegen, ob alle unter dem Namen *Dinosaurier* zusammengefaßten Arten und Gattungen in der Tat eine systematische Einheit bilden oder nur eine künstlich vereinigte, also unnatürliche Gruppe darstellen. Man hat früher die Dinosaurier für einen geschlossenen

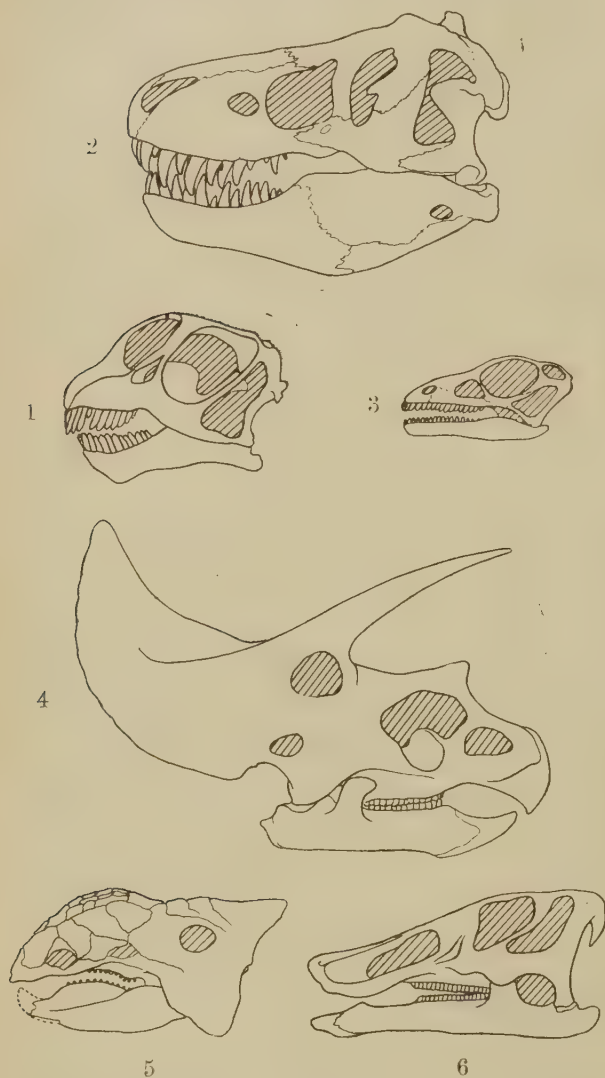


Fig. 1. Verschiedene Schädeltypen von Dinosauriern und Ornithischiern aus Nordamerika. (Nach W. D. Matthew, 1916.)

1. Morosaurus. — 2. Tyrannosaurus. — 3. Anchisaurus. — 4. Triceratops. — 5. Ankylosaurus. — 6. Trachodon. (Fig. 3 in $\frac{1}{6}$, Fig. 1 und 5 in $\frac{1}{20}$, Fig. 2 in $\frac{1}{27}$, Fig. 4 und 6 in $\frac{1}{30}$ nat. Gr.)

denen der Fußabdruck doppelt so groß ist als jener der Hand; endlich begegnen uns im Keuper von Storeton in Cheshire (England) Fährten, welche nur aus den Abdrücken der Hinterfüße bestehen, so daß die Hände offenbar beim Schreiten den Boden nicht mehr berührten. Dies beweist schlagend, daß diese „*Chirotherium*“art

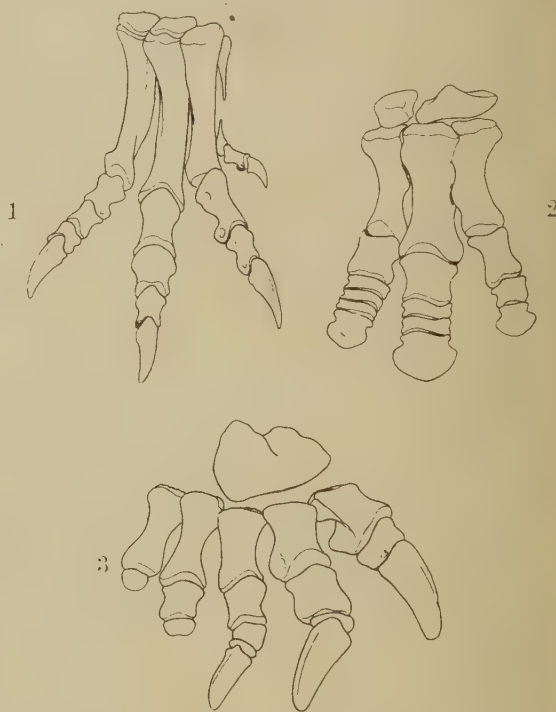


Fig. 2. Verschiedene Typen der Hinterfüße von Dinosauriern und Ornithischiern Nordamerikas. (Nach W. D. Matthew, 1916.)

1. Allosaurus. — 2. Trachodon. — 3. Brontosaurus.

Stamm gehalten; seitdem aber Seeley (1888) zuerst Zweifel daran geäußert und wahrscheinlich gemacht hat, daß die „Dinosaurier“ zwei selbständig und unabhängig voneinander entstandene Reptiliengruppen umfassen, eine Ansicht, die neuerdings von F. v. Huene (1914) eingehender begründet und verteidigt worden ist, ist die ältere Auffassung von der einheitlichen Entstehung der Dinosaurier sehr stark erschüttert worden. Die morphologischen Gründe, welche F. v. Huene ins Treffen führt, sind sehr schwerwiegender Natur, und es scheint wirklich, daß wir uns daran werden gewöhnen müssen, den künstlich geschaffenen Begriff der Dinosaurier sehr wesentlich einzuzengen, indem wir ihn nur auf eine Hälfte der bisher als „Dinosaurier“ beschriebenen Reptilien

anwenden. Keinesfalls werden wir, der Bequemlichkeit und der althergebrachten Gewohnheit zuliebe, die Bezeichnung Dinosaurier für beide Stämme, die der Saurischia und der Ornithischia, beibehalten dürfen, da wir sonst wieder Wasser auf die Mühle der Polyphyletiker gießen würden; in solchen Fällen findet sich in der Regel jemand, der einen „neuen Beweis“ für die absurde Vorstellung von einer „polyphyletischen Abstammung einer systematischen Gruppe“ gefunden zu haben glaubt. Ich würde am liebsten vorschlagen, die Bezeichnung „Dinosaurier“ ganz zu streichen, wenn sie nicht schon so eingebürgert wäre, daß selbst weite Volksschichten eine bestimmte Vorstellung mit diesem Namen verknüpfen; so wird es wohl am besten sein, für die Ordnung der Saurischia den althergebrachten Namen „Dinosaurier“ zu reservieren und für die zweite Ordnung den Namen „Ornithischia“ anzuwenden. Daher habe ich schon im Titel dieser Besprechung die Unterscheidung der beiden Stämme in *Dinosaurier* und *Ornithischier* durchgeführt.

Vor kurzem ist ein Buch von W. D. Matthew über diese beiden Reptilienstämme mit besonderer Berücksichtigung der nordamerikanischen Funde erschienen, das uns Veranlassung gibt, die bisherigen Ergebnisse der Forschungen über Dinosaurier und Ornithischier in übersichtlicher Form zu besprechen. Es enthält wertvolle Beiträge von S. W. Williston, H. F. Osborn und B. Brown und umfaßt nicht nur die Abbildung und Beschreibung der wichtigsten Funde, die in den Museen der Vereinigten Staaten aufbewahrt werden, sondern auch eine Darstellung der Lebensgewohnheiten dieser Reptilien, soweit sie auf dem Wege der paläobiologischen Analyse zu erschließen waren; endlich sind dem Buche folgende Abschnitte von großem allgemeinen Interesse beigegeben: „Collecting Dinosaurs. How and where they are found.“ — „The First Discovery of Dinosaurs in the West“ (von S. W. Williston). — „The Dinosaurs of the Bone-Cabin Quarry“ (von H. F. Osborn). — „Fossil Hunting by Boat in Canada“ (von B. Brown).

Die Abbildungen und Beschreibungen der einzelnen besonders markanten Typen, wie Tyrannosaurus, Allosaurus, Ornitholestes, Brontosaurus, Diplodocus, Camptosaurus, Trachodon, Stegosaurus, Triceratops usw. sind den meisten geläufig, die sich in den letzten Jahren für die Fortschritte der paläozoologischen Forschungen interessiert haben. Weniger bekannt ist die Art jener Tätigkeit, welche die Amerikaner mit dem treffenden Namen „Fossil Hunting“ belegt haben, und welche schon durch diese Bezeichnung das Aufspüren des fossilen Wildes, seine Verfolgung im Gestein und das „zur Strecke bringen“ desselben andeutet. Wer sich für das Leben eines solchen „Fossil Hunters“ im Westen der Vereinigten Staaten interessiert, der möge einmal das reizvolle Büchlein von Charles H. Sternberg: „Life of a Fossil Hunter“ (New York, 1909) lesen. Der

führende Paläozoologe der Vereinigten Staaten, Henry Fairfield Osborn, hat 1904 in einem Aufsatz im 68. Band des Century Magazine („Fossil Wonders of the West“) zwischen dem Fossilienjäger des Westens und dem Goldprospektor eine

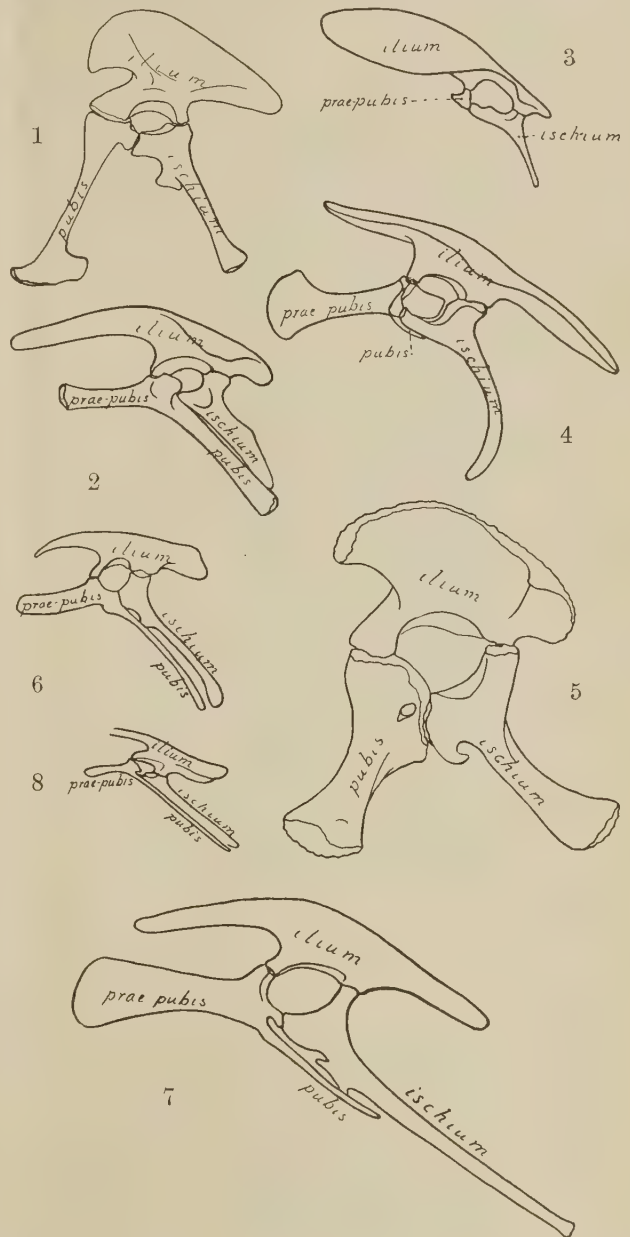


Fig. 3. Die verschiedenen Typen der Hüftbeine von nordamerikanischen Dinosauriern und Ornithischern. (Nach W. D. Matthew, 1916.)

1. Allosaurus. — 2. Stegosaurus. — 3. Ankylosaurus. — 4. Triceratops. — 5. Brontosaurus. — 6. Camptosaurus. — 7. Trachodon. — 8. Thescelosaurus. — Fig. 5 in $\frac{1}{50}$ nat. Gr., alle übrigen in $\frac{1}{30}$ nat. Gr.

Parallele gezogen und das Leben und die Stimmungen auf dieser Jagd nach den Dinosauriern in packender Form geschildert.

Die berühmtesten Fundorte der nordamerikanischen Dinosaurier und Ornithischier liegen am

Ostrande der Rocky Mountains und reichen von Kanada bis Texas. Mit Ausnahme der erst vor einem Jahrzehnt entdeckten Fundorte am Tendaguru in Deutsch-Ostafrika sind keine zweiten Fundplätze bekannt, an denen die Reste dieser gewaltigen Reptilien in solchen Mengen auf verhältnismäßig kleinem Raume beisammen liegen. Nicht überall sind die Schichten gleich reich an Knochen und es bedarf entweder langen Schürfens oder eines glücklichen Zufalls, um einen reichen Fundplatz auf dieser fast zweitausend Meilen langen Strecke von Kanada bis Texas zu erschließen. Zweifellos liegen noch Hunderttausende von Knochen im Gestein vergraben und es wird sicher noch manche merkwürdige Type im weiteren Verlaufe der Ausgrabungen entdeckt werden, deren enorme Kosten in einem anderen Lande nicht so leicht aufzubringen sind wie in den Vereinigten Staaten. In Europa ist übrigens wenig Aussicht vorhanden, Fundplätze mit diesem Reichtum an Dinosaurierresten durch systematische Grabungen zu erschließen; die reichen Fundstellen von Bernissart in Belgien und Halberstadt in Deutschland sind nur durch Zufall erschlossen worden, und wir können nur hoffen, daß uns weitere glückliche Zufälle noch eingehendere Kunde von den europäischen Dinosauriern bringen, von denen im Vergleich zu Nordamerika nur sehr wenige Reste bekannt sind.

Einer der berühmtesten Fundorte liegt in Central-Wyoming in der Nähe des Medicine Bow River, der durch die Grabungen im Auftrage des American Museum of Natural History im Jahre 1897 erschlossen und zu einem Steinbruche, dem „Bone Cabin Quarry“, ausgebaut wurde; ein zweiter reicher Fundort liegt in der Mitte des Laramie Plains, an den Como Bluffs, ungefähr zehn Meilen südlich von Bone Cabin Quarry. Außer diesen beiden Fundstellen, welche derzeit die berühmtesten sind, die in den „Atlantosaurus-Beds“ oder „Como-Beds“ liegen und Sandsteine der oberen Juraformation aufschließen, gibt es aber noch zahlreiche andere in den jüngeren Bildungen, wie die Fundstellen in den Hell Creek Badlands von Montana, wo der riesige *Tyrannosaurus rex* entdeckt worden ist.

Das stellenweise gehäufte Vorkommen der Skelette in den *Atlantosaurus*-Beds, in den Schichten der oberen Kreide von Converse County in Wyoming, in den Dinosaurierschichten am Tendaguru in Deutsch-Ostafrika usw. führt zur Frage nach der Ursache dieses Vorkommens. Nach W. D. Matthew handelt es sich vorwiegend um ausgedehnte Deltabildungen, in denen die Leichen der großen Reptilien eingebettet worden sind. W. Janensch hat (1914) wahrscheinlich zu machen versucht, daß die Anhäufung der Dinosaurierreste am Tendaguru durch eine plötzliche Katastrophe zu erklären ist, die dadurch eintrat, daß die schweren Tiere bei ihrem Herumwandern auf dem weichen Meeresschlamm einer Flachküste einsanken und an Ort und Stelle verendeten. Wie

ich andernorts eingehender darlegen werde, scheint mir diese Erklärung nicht haltbar zu sein. Die Anhäufung der Dinosaurierreste in den Schichten am Tendaguru dürfte eine Folge der Zusammenschwemmung von Leichen in verschieden hohem Verwesungsgrade sein, die durch einen hoch angeschwollenen Fluß in Regenzeiten stattfand. Ganz ähnliche Ereignisse dürften sich auch in Nordamerika abgespielt und zu einer lokalen Anhäufung von Skeletten und Skelettresten geführt haben. Daß es sich um ähnliche Verhältnisse wie noch heute am Nil handelte, wo das fruchtbare und früher versumpft gewesene Niltal unmittelbar an die Wüste grenzt, scheint mir durch die Trachodonmumien von Conserve County schlagend bewiesen zu werden. Eine derartige Mumifizierung ist nur in einem Wüstenklima möglich; die in der Nähe des Ufers liegenden, vertrockneten und mumifizierten Leichen sind entweder bei Hochwasser stromabwärts verfrachtet oder von Flugsand umhüllt worden, so wie sich heute inmitten des Nils auf einzelnen Inseln Flugsanddünen bilden, welche verendete Tiere aller Art unter sich begraben.

Der Zeitraum der Erdgeschichte, in welcher die Dinosaurier und Ornithischier lebten und als die Beherrscher des Festlandes anzusehen sind, so wie dies für die Säugetiere der Tertiärzeit und Quartärzeit gilt, liegt außerordentlich weit zurück. Man hat versucht, die Dauer der Dinosaurierherrschaft ziffernmäßig auszudrücken und ist zu einer Schätzung von neun Millionen Jahren gekommen, also ein dreimal so langer Zeitraum, als seit dem Aussterben der Dinosaurier vergangen sein dürfte. Freilich sind diese Ziffern nur als außerordentlich vage Schätzungen aufzufassen, da uns ein zuverlässiger Maßstab für die Berechnung der Zeitdauer der einzelnen Formationen fehlt und wir selbst über die Dauer der unserer Zeit zunächst liegenden Formation, der Eiszeit, noch zu keinem abschließenden Urteil gelangen konnten. Eines ist sicher, daß die Dinosaurierzeit nach menschlichen Begriffen sehr weit zurückliegt und ungeheuer lange gedauert hat.

Wir wollen in diesem Rahmen nur eine gedrängte Übersicht der Dinosaurier und Ornithischier Nordamerikas zu geben versuchen und hierbei der genannten Schrift von William Diller Matthew folgen.

Zu den merkwürdigsten Formen gehören die fleischfressenden „theropoden“ Dinosaurier, die von der Trias bis zur Kreide in Nordamerika lebten und mit einem ihrer letzten Vertreter, dem gewaltigen *Tyrannosaurus rex*, eine Größe erreichten, wie sie kein zweites Landraubtier jemals erlangt hat. Sie sind schon in der Trias durch verschiedene Gattungen vertreten, von denen *Anchisaurus* am besten bekannt geworden ist; aus den oberjurassischen *Atlantosaurus* Beds kennt man den mächtigen *Allosaurus*, dessen Hinterfuß die Körperlänge eines erwachsenen Mannes beträchtlich übertraf; wie alle theropoden Dinosaurier schritt *Allosaurus*, der eine Länge von über

zehn Metern erreichte, nur auf den Hinterbeinen und hielt die Arme nach vorne ausgestreckt, die mächtigen Krallen der drei noch vorhandenen Finger als Greifzangen oder Enterhaken benutzend. Der fünfte Finger, der ursprünglich bei den theropoden Dinosauriern vorhanden war, ging schon frühzeitig im Laufe der Stammesgeschichte der Theropoden verloren, während bei *Allosaurus* vom vierten noch ein Rudiment des Mittelhandknochens erhalten ist.

Man hat vielfach den Fehler begangen, alle theropoden Dinosaurier in ihrer allgemeinen Körperhaltung, Bewegungsart usw. mit den lebenden Känguruhs in Parallele zu stellen. Dies scheint nur für wenige Gattungen, zu denen z. B. der kleine Raubdinosaurier *Compsognathus* aus den lithographischen Schieferen Bayerns gehört, zuzutreffen; die meisten Theropoden, und zwar namentlich die massiven, plump gebauten und schwerfüßigen Gattungen, wie *Allosaurus* oder *Tyrannosaurus*, dürften wenig Ähnlichkeit mit einem Känguruh gehabt haben. Eher werden wir

an das Bild eines schwerfällig schreitenden großen Geiers oder Adlers denken müssen, wenn wir uns eine richtige Vorstellung von der Bewegungsart dieser Riesen machen wollen.

Die schnellfüßigeren Theropoden sind ausnahmslos kleine Tiere gewesen, während die großen, bis ins Riesenhafte gehenden Gattungen



Fig. 4. Schädel des großen Raubdinosauriers *Tyrannosaurus rex* aus der oberen Kreide Nordamerikas. (Nach W. D. Matthew, 1916.)



Fig. 6. Der rechte Hinterfuß von *Allosaurus*. Daneben der Paläontologe Dr. J. L. Wortman. (Phot. des Amer. Mus. of Natural History, New York.)

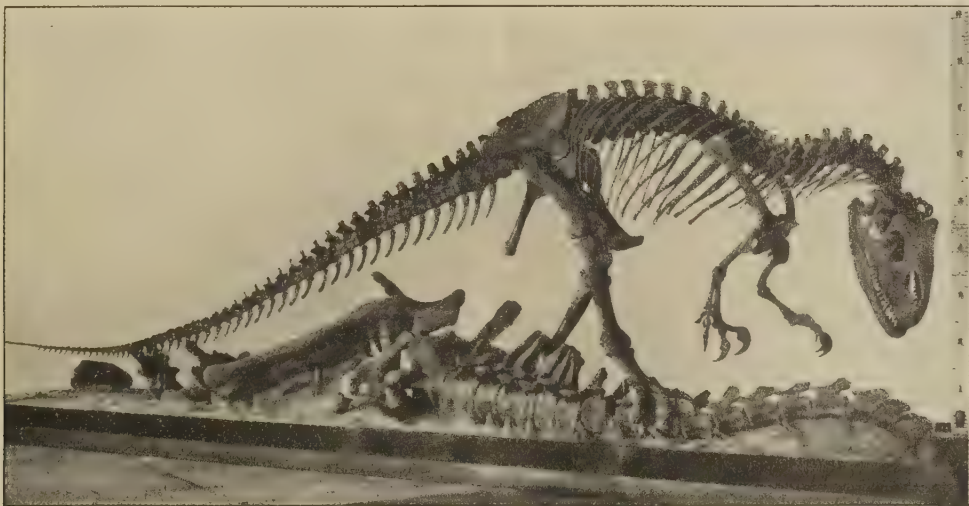


Fig. 5. Rekonstruktion von *Allosaurus*, aufgestellt im Amerikanischen Museum zu New York. (Nach H. F. Osborn.)

wie Allosaurus und Tyrannosaurus mit ihrem schwerfälligen, plumpen Hintergestell langsame Schreittiere gewesen sein müssen. Man könnte sich daher kaum vorstellen, daß diese gewaltigen fleischfressenden Raubreptilien bei ihrer Schwerfälligkeit auf lebende Beutetiere Jagd machen konnten, wenn nicht die pflanzenfressenden Sauropoden wie Atlantosaurus, Brontosaurus, Diplodocus usw. nicht noch schwerfälligere Tiere gewesen wären und sich daher den Angriffen der großen Raubdinosaurier kaum durch rasche Flucht entziehen konnten.

An verschiedenen Stellen sind *Fährten* dieser Raubdinosaurier gefunden worden, die uns zeigen, daß sie abwechselnd kurze und lange Schritte machten und dabei zuweilen ihren Schwanz auf dem weichen Uferschlamm nachschleiften; auch Sitzspuren dieser Reptilien sind gefunden worden. Der berühmteste und seit langer Zeit bekannte Fundort dieser Fährten ist in der Nähe der Turner Falls des Connecticut River bei Boonton in New Jersey gelegen, wo mächtige Schichten triadischer Sandsteine aufgeschlossen sind. Das Skelett von Anchisaurus stammt aus diesen Bildungen.

Der merkwürdigste und zugleich gewaltigste Raubdinosaurier, der bis heute bekannt ist, wurde in drei Exemplaren in den oberen Kreideschichten des Westens am Hell Creek in Nord-Montana von *Barnum Brown* ausgegraben; aus diesen Resten konnten zwei Skelette zusammengestellt werden (die drei Exemplare waren unvollständig erhalten). Das Prachtstück dieser Aufsammlung *Browns* ist der 1907 ausgegrabene und von *Henry Fairfield Osborn* beschriebene Schädel, der eine Länge von 130 cm erreichte; das ganze Tier maß von der Schnauzenspitze bis zum Schwanzende 14,32 m und nahm bei schreitender Stellung eine Höhe von über 6 m ein, so daß es die größten afrikanischen Elefanten bedeutend an Größe übertraf.

Die Aufstellung und Montierung dieser Skelette, die 1913 beendet wurde, bot erhebliche Schwierigkeiten. Nach verschiedenen Versuchen wurde endlich ein neuer Weg eingeschlagen; die Knochen wurden in entsprechend kleineren Dimensionen modelliert und diese Elemente so lange in die richtige Stellung zu bringen gesucht, bis eine befriedigende Lösung dieses schwierigen Problems der Rekonstruktion erreicht war, die eingehende Studien und langwierige Versuche nötig gemacht hatte.

(Schluß folgt.)

Eine idealistische Lebensanschauung auf naturwissenschaftlicher Grundlage.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

„Zwei Wege öffnen sich dem, der es unternimmt, die Erscheinungen seiner inneren und äußeren Welt im Zusammenhange darzustellen; von zwei einfachen Prinzipien kann er ausgehen, von der bloßen Tatsache des Bewußtseins oder von dem Inhalt des Bewußtseins, vom Subjekt oder

vom Objekt. Wählt er den Ausgang vom Bewußtsein, so gerät er sofort beim zweiten Schritt, da er auf dem Isolierschemel eines *leeren* Bewußtseins nicht stehen bleiben kann, in die Schwierigkeit, einen Übergang zu der Welt der Dinge finden zu müssen. Dieser Übergang ist der metaphysische Salto mortale, der noch keinem Philosophen gelungen ist. Und nicht glücken kann, denn die Mittel, mit denen er ausgeführt wird, die Gedanken, sind ja sämtlich schon der Welt der Objekte entnommen — kein Begriff, kein Wort, die nicht aus dieser Welt stammten. . . . Da scheint es doch geratener, den anderen Weg einzuschlagen, den natürlicheren darf man sagen, ganz naiv von der Welt der Objekte auszugehen, sich in ihrer unendlichen Weite zu ergehen und zu orientieren und erst zuletzt mit den so gewonnenen Kräften den Sprung zum Bewußtsein zu wagen. Es ist der Weg, den die Menschheit, wenn auch mit mannigfachen Abirrungen nach dem vom Bewußtsein ausgehenden Wege gegangen ist. Es ist auch der Weg der *Naturwissenschaften*: auf ihm schaffen wir uns die mächtigen Waffen der Physik, Chemie, Physiologie, Mathematik, Biologie usw., mit deren Hilfe wir hoffen können, auch in das Gebiet des Bewußtseins eindringen zu können. Und sollte uns das selbst nicht gelingen, so ist schon die Eroberung der Welt der Objekte Gewinn genug.“

Mit diesen programmatischen Sätzen leitet sich ein Buch von *A. Büttner* ein, das, kurz vor Kriegsausbruch noch erschienen, unter dem Titel „*Von der Materie zum Idealismus. Skizze eines einheitlichen Weltbildes*“ (Crefeld, Verlag von Alb. Fürst Nachf.) eine Art neuen philosophischen Systems zu geben sucht, das, ganz auf naturwissenschaftlicher Grundlage ruhend, in eine durchaus idealistische Gedankenrichtung ausmündet. Natürlich handelt es sich hier zunächst nur um einen Grundriß mit mehr oder weniger ausführlicher oder bloß skizzenhafter Darlegung des Einzelnen in einem immerhin stattlichen Bande von 516 Seiten.

Zu einem solchen Unternehmen von nicht geringer Bedeutung erschien der Verfasser zunächst von vornherein gut ausgerüstet. Ein umfangreiches Wissen steht ihm zu Gebote, und die Lektüre des Buches läßt es sehr bald deutlich werden, daß er vor allem in den wichtigsten Gebieten der Naturwissenschaften durchaus heimisch ist, aber auch den Geisteswissenschaften ein starkes Interesse zugewandt hat, sowie er andererseits mehrfach auf den Grenzgebieten beider publizistisch hervorgetreten ist, so in psychologischen und namentlich völkerpsychologischen (anthropologischen) Schriften, in einem auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Salzburg (1909) gehaltenen Vortrag „Zweierlei Denken“, der den Unterschied von vorstellendem und begrifflichem, sachlichem und sprachlichem Denken behandelte. Es fehlt dem Verfasser auch nicht an der Fähigkeit zur Synthese, zum Zu-

sammenschauen der verschiedenartigen, zum organischen Aufbau der zerstreuten und isolierten Elemente, und ebenso ist sein Werk ausgezeichnet durch eine wohlthuende Klarheit der Darstellung, die allem überflüssigen Prunk der Gelehrsamkeit und allem Wust scholastischer Diktion fern ist. Endlich aber merkt man auch sehr gut, daß dem Verfasser die Gedanken, welche er bietet, einer inneren Nötigung entsprungen sind, daß, was in diesem Falle besonders wichtig ist, die Einheit, welche die vorgeführte Gedankenfolge verknüpft, auch eine stark persönliche Färbung hat.

Trotz aller dieser günstigen Vorbedingungen wird man die Frage, ob dem Verfasser sein Vorhaben wirklich gelungen ist, nur in zweifelhaftem Sinne beantworten können. Im Grunde kann die Antwort nur lauten: Ja und Nein. Und es ist nötig, dabei das Nein voranzustellen.

* * *

Zunächst erregen schon die oben mitgeteilten programmatischen Sätze starke Bedenken. Der Verfasser findet, daß alle diejenigen, welche bei der Zeichnung eines Weltbildes vom Subjekt, vom Bewußtsein ausgingen, einen Sprung von eben diesem Bewußtsein zur objektiven Welt machten, und zwar einen Sprung, der noch keinem geglückt ist, einen metaphysischen Salto mortale. Aber unmittelbar darauf erklärt er es als seine Absicht, gleichfalls einen solchen Sprung zu wagen, nämlich den von der Welt der Objekte zum Subjekt, zum Bewußtsein.

Schon daß hier das Unternehmen an seinem wichtigsten Punkte vom Verfasser selbst als „Sprung“ bezeichnet wird, hätte ihn stutzig machen müssen. Denn dies bedeutet doch eben: es fehlen die Zwischenglieder, die Erkenntnis tappt im Dunkeln, und unfähig, es aufzuhellen, geht sie mit bloßen Kombinationen darüber hinweg.

Sodann aber ist schlechterdings nicht einzusehen, warum dieser Sprung, den Verfasser empfiehlt, weniger gefährlich und halsbrecherisch, weniger ein Salto mortale sein soll, als der in umgekehrter Richtung, den er als metaphysisch bezeichnet. Es könnte wohl eher sich umgekehrt verhalten. Denn wenn in der Tat die objektive Welt jener sichere Boden ist — der feste Boden der Tatsachen heißt er auch wohl —, als der er uns erscheinen soll, so ist es zweifellos viel gefährlicher, von ihm aus durch einen kühnen Sprung die isolierte Spitze des Bewußtseins erreichen zu wollen, als, umgekehrt, von dieser aus auf den festen Boden des Tatsächlichen sich hinüber zu retten.

Endlich aber ist auch das Vorhaben des Verfassers um nichts weniger *metaphysisch* als das entgegengesetzte, welches er ablehnt. Er ist hier, wie schon so viele andere vor ihm, jenen Vorurteilen und Mißverständnissen zum Opfer gefallen, welche die Metaphysik, das Wort wie die Sache, seit jeher umgeben, zu keiner Zeit mehr als in der unmittelbaren Gegenwart, oder, genauer ge-

sprochen — denn eine entschiedene Wandlung hat sich bereits deutlich bemerkbar gemacht —, in den letzten Jahrzehnten, etwa seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Das Wort Metaphysik ist bekanntlich daraus entstanden, daß von dem ersten Ordner und Herausgeber der Schriften von Aristoteles die später so genannte Metaphysik *hinter* die Bücher über die Physik gestellt wurde (*τὰ μετὰ τὰ φυσικά*). Seitdem ist das Vorurteil im Schwange geblieben, daß, sowie die Bücher über die Metaphysik bei Aristoteles hinter denen über die Physik (die Natur) kamen, die Metaphysik sich eben mit dem beschäftige, was hinter der Natur, der Wirklichkeit sich verberge, also mit einem dunklen, unnahbaren Etwas, in dessen dunkle, grauenhafte Tiefe hinabzusteigen ein ähnliches Unternehmen sei wie der Gang zu den Müttern im „Faust“. In Wahrheit aber behandelte die Aristotelische Metaphysik nur die obersten Prinzipien alles Seins und Erkennens, also auch des Naturerkennens — und nichts anderes ist auch der Gegenstand der Metaphysik überhaupt. Niemand kann also der Metaphysik entgehen, wer nur irgendwie, auch im Kleinsten, zu erkennen strebt, ist, indem er dies tut, oder auch nur versucht, auch Metaphysiker, weil selbst jeder kleinste Schritt, den er unternimmt, untrennbar zusammenhängt mit gewissen obersten Prinzipien oder allgemeinsten Begriffen, in denen jene sich verdichtet haben. Der Metaphysik entgehen wollen oder ganz außerhalb und fern von aller Metaphysik den Weg der Erkenntnis beschreiten wollen, ist also ein Unternehmen ähnlich dem Versuch, über seinen eigenen Schatten springen zu wollen, um so ein für allemal von dessen lästiger Begleitung befreit zu sein.

Nur darum also kann es sich in der Hauptsache handeln, ob man klar oder unklar, mit deutlicher Einsicht und bewußt oder mehr oder weniger unbewußt metaphysische Voraussetzungen zugrunde legt, ob man diese selbsttätig erarbeitet oder wenigstens durchdrungen hat oder nur von ungefähr und naiv aufgenommen hat — am häufigsten aus der Überlieferung, aus herrschenden oder vorherrschenden Anschauungen und Stimmungen eines ganzen Zeitalters oder auch aus dessen tiefer in das allgemeine Bewußtsein eingedrungenen Vorurteilen. Daß beim Verfasser die letztere Alternative zutrifft, ergibt sich ohne weiteres aus seinen eigenen Ausführungen; so schon, wenn er einleitend sagt, er wolle den „natürlicheren“ Weg der Erkenntnis einschlagen und „ganz naiv“ von der Welt der Objekte ausgehen. Er sieht nicht, daß das eine *contradictio in adjecto* ist, daß es eine naive Erkenntnis nicht gibt, und daß er sich bereits mit der Einführung der Begriffe „Natur“ (natürlich) und Objekt (im Gegensatz zum Subjekt) mitten in der Metaphysik befindet. Es liegt dem nichts als jenes beharrliche Vorurteil zugrunde, das da meint, wie Lotze sagt, indem wir noch nicht einmal erkennen, sondern nur sinnlich wahrnehmen, lösten sich gewisse Fluida von den

Dingen los, um, einen Augenblick im Leeren schwebend, in unsere Seele einzudringen.

Aber weiter zeigen auch die Darlegungen im einzelnen, wie der Verfasser immer wieder von neuem Metaphysik treibt, ohne sich dessen klar bewußt zu sein — wie seine Metaphysik zum guten Teile, nicht der Ausgangspunkt seiner Erkenntnis, naiv ist. So spielt der Begriff der Einheit wiederholt eine wichtige Rolle, er ist geradezu einer der tragenden Begriffe, der von den verschiedenartigsten Daseinssphären aus immer wieder zu anderen, davon ganz verschiedenen hinüberführen muß — aber die Anwendung dieses Begriffes Einheit ist selbst nichts weniger als einheitlich, und man bemerkt deutlich, daß er nicht klar genug aufgenommen und in seiner metaphysischen Geltung — denn es ist ein durch und durch metaphysischer Begriff — nicht scharf genug bestimmt ist. Ähnlich ist es z. B. mit dem Begriff der Freiheit, der einen viel größeren Umfang und eine viel größere Tiefe hat als dem Verfasser sichtbar geworden ist.

* * *

Trotz alledem ist nun das Büttnersche Werk ein durchaus verdienstliches und wertvolles Buch. Die Unsicherheit in der metaphysischen Grundlegung fällt schon deshalb weniger schwer ins Gewicht, weil es sich um ein eigentlich systematisches Werk nicht handelt, auch schon der bloßen Absicht nach nicht. Eine Skizze nur soll die Arbeit sein, „die Skizze eines umfassenden Weltbildes, wie es die Naturwissenschaften zu entwerfen gestatten“. Und die weitere Begründung und Erklärung dafür gibt der Verfasser mit den Worten: „Dies Buch ist der *Nebenertrag* eines Lebens. Das ist seine Schwäche. Denn reicher ohne Zweifel an Inhalt, fester gefügt in seinen Beweisen, abgerundeter und gleichmäßiger in seiner Form wäre es geworden, wenn es als reife Frucht eines nur der Erforschung des Weltzusammenhangs gewidmeten Lebens, nach wiederholter mündlicher und schriftlicher Durcharbeitung hätte erscheinen können.“ Aber, fährt er nun fort, „immerhin ist es die Frucht eines *Lebens*, langsam gereift in der Wärme des Lebens, genährt von dem dringenden Bedürfnis, das Leben zu verstehen, um es mit klarem Bewußtsein leben zu können. Das war kein kurzer Entwicklungsgang, dessen religiöse und philosophische Ausgangspunkte ich jetzt rückblickend in weiter Ferne hinter und unter mir liegen sehe. Es war die Zeit, in der die Naturwissenschaft uns ganz neue Erkenntnismöglichkeiten erschloß, insbesondere auch das Gebiet der Seele für sich zu erobern anfang. Es war und es ist in Wissenschaft wie in Leben eine Übergangszeit, eine Zeit, da die alten Ideale ihre Kraft verlieren und die neuen noch keine genügende Kraft besitzen, eine Zeit der Haltlosigkeit, Unsicherheit und Gefahr für unsere Kultur, eine Zeit aber auch der weitesten und der glänzendsten Zukunftsperspektiven. Eine Zeit jedenfalls, die jede Kraft, die da glaubt beitragen

zu können zu dem großen Werk, das sich bilden will, auf die Schanze ruft. So hat sie auch mich gerufen.“

In eben dieser stark persönlichen Note liegt ein Hauptvorzug des Werkes. Und der Verfasser ist sich auch theoretisch dessen sehr wohl bewußt, daß Fragen der Weltanschauung eben nicht bloß reine Erkenntnisfragen sind, daß sie ebenso die Willensseite des Menschen stark und oft entscheidend berühren, daß die Art und Weise, wie diese Fragen aufgeworfen, mehr noch wie sie beantwortet werden, wesentlich mitbedingt ist von der Persönlichkeit, der Einheit des Individuums, ja vor allem auch dem Charakter einer Nation und eines ganzen Zeitalters. Dieser Seite des Weltanschauungs-Problems ist auch sein Interesse nicht weniger stark zugewandt als der rein theoretischen, und so sehr er in der letzteren Richtung *Realist* ist und ganz auf dem Boden exakter naturwissenschaftlicher Erkenntnis fußen will, so sehr ist er auf der anderen Seite *Idealist*, will allen sachlich begründeten Forderungen des Idealismus Folge geben, ja ihre unbedingte Notwendigkeit erweisen. Diese letztere Notwendigkeit steht für ihn auch um nichts hinter der zurück, welche wir in der kausalen Abfolge des Naturgeschehens anzuerkennen gewohnt sind. Ja vielmehr — darin liegt nun die besondere Eigenart dieses Weltanschauungsstandpunktes begründet — beides ist untrennbar verknüpft und bedingt sich wechselseitig. Die neue Weltanschauung ist idealistisch und muß es sein — aber sie *kann* es nur dann sein, wenn sie einen rein realistischen, ja selbst materialistischen Ausgang nimmt, so wie ihn die naturwissenschaftliche Erkenntnis unserer Zeit darbietet. Oder auch anders ausgedrückt: die Naturwissenschaft ist uns die neue Weltanschauung schuldig — sie wird sie uns geben; derart also, daß sich auf sie auch die Geisteswissenschaften, auch die sogenannten Kulturwissenschaften gründen, diejenigen selbst, die es mit den Forderungen, dem Sollen zu tun haben, vor allem die Ethik, die der Verfasser geneigt ist mit Idealismus fast in eins zu setzen. Der Verfasser erklärt geradezu: „Das folgerichtige Ziel eines von der Materie ausgehenden Denkens ist nicht der Materialismus, sondern der Idealismus.“

Indem der Verfasser nun so diesen Weg im einzelnen verfolgt, der von der einfachen Bewegung materieller Atome durch alle Stadien des Lebensprozesses hindurch bis zu dem höchsten Ideal der Kultur und des Menschenlebens führt, nimmt er, indem er die allgemeineren naturwissenschaftlichen Grunderkenntnisse, namentlich auch die Elemente der Physik und der Biologie als bekannt voraussetzt, seinen Ausgang von dem, was er die Physik der Seele nennt, d. h. von der rein naturwissenschaftlichen Betrachtung des Komplexes von Erscheinungen, den wir als Seele zu bezeichnen gewohnt sind. Genauer handelt es sich also zunächst um die Betrachtung des Nervenprozesses, um eine Physiologie der Nerven. „Der

Vorgang, wie ein chemischer Zersetzungsprozeß, an einem Ende eines Fadens chemisch labiler Materie eingeleitet, diesen Faden durchläuft, bietet, wenngleich im einzelnen für den Nerven nicht bekannt, seiner Art nach dem Verständnis keinerlei Schwierigkeiten. Ebenso wenig die Regenerierung des Nerven, durch die er zur Wiederholung des Vorganges instand gesetzt wird, und die Verbesserung seiner Beschaffenheit durch Wiederholung. Auch daß dieser energetische Prozeß eine Muskelbewegung auslöst und daß diese dem veranlassenden Reiz gut angepaßt ist (Reflex), zeigt sich, da der ganze Vorgang in einem aus lauter Anpassungen entstandenen Organismus sich vollzieht, unserem Verständnis nicht unzugänglich. Bis dahin geht alles ganz chemisch-mechanisch vor sich, und zwar sogar schon in den nervenlosen niederen Tieren und Pflanzen, da auch das gewöhnliche Protoplasma schon die Leistungen des nervösen Protoplasmas — wenn auch unvollkommener — verrichten kann.“ Im Anschluß an diese Darlegungen — bei denen der Verfasser sich namentlich mit den Forschungsergebnissen von *Kassowitz* mehrfach eng berührt — wird dann zu zeigen gesucht, wie auch kompliziertere Reflexbewegungen, Instinkthandlungen und schließlich überlegte Handlungen aus einfachen Nervenbahnprozessen sich erklären lassen. Aus den neuen Einheiten der „Bahnfiguren“, die einfachen Reizen der Außenwelt entsprechen, baut sich dann im nervösen Zentralorgan eine neue Welt auf, die symbolisch der Außenwelt entspricht und von dieser durch laufende Korrekturen stimmend erhalten wird. Zwar scheint sich nun zwischen Symbol und Gegenstand von neuem eine tiefe Kluft zu öffnen, aber, sagt der Verfasser, die energetische Gleichartigkeit und unausgesetzte Wechselwirkung beider nimmt dieser Kluft den Charakter der Unüberbrückbarkeit, den sie in allen philosophischen Systemen besitzt — von dem konsequenten aber unsinnigen solipsistischen, der die Kluft gar nicht kennt, abgesehen. Über dieser Symbolwelt der Vorstellungen baut sich dann weiter eine Übersymbolwelt der Begriffe und Worte auf.

Im Grunde handelt es sich bei alledem zunächst nur um ein Chaos chemischer Prozesse, die nur dem Gesetze der Bewegung in der Richtung des geringsten Widerstandes folgen. Wenngleich die stete Korrektur durch die Außenwelt (die ihrerseits nach dem Entropiesatz geordnet ist) zunächst schon Ordnung in jenes Chaos bringt, so ist dieser Weg doch viel zu lang, zeit- und kraftraubend, — aber auf einfacherem und kürzerem Wege findet die Ordnung nun statt durch die Vorstellungen des Raumes, der Zeit und der Ursache (Kategorien)¹⁾. Auch die Logik entlehnt schließlich

ihre ordnende Kraft lediglich den Kategorien und durch diese der Außenwelt.

Durch eine große Reihe von weiteren Zwischenstufen hindurch, die natürlich im einzelnen hier nicht verfolgt werden können, steigt nun die Entwicklung auf zu den Erscheinungen der höheren Gefühlswelt und des Willens und ordnet schließlich das gesamte so begriffene seelische Geschehen ein in das Weltgeschehen. Die natürlichen Triebe alsdann, welche alles Sein und Leben beherrschen, welche alle Wesen binden, sind für den Verfasser auch die aus der Natur unserer Seele entspringenden Kräfte, welche im menschlichen Dasein das idealische Leben im höchsten Sinne, also auch das ethische Leben mit allen seinen Forderungen, aus sich entwickeln und aufrechterhalten. Vor allem sind dies die mächtigen Triebe der Arterhaltung und der Selbsterhaltung. Mit dem zu erhaltenden Inhalt des Lebens steigert sich auch die Wirkungsweise dieser Kräfte. Daher erzeugt der höchstwertige Inhalt, den wir als Persönlichkeit bezeichnen, auch den Drang und Trieb nach höchstmöglicher Steigerung des seelischen Lebens. Daß diese natürlichen Kräfte zur Überwindung niederziehender Triebe auch in schweren sittlichen Konflikten genügen, wird u. a. an den Vorstellungen des Todes, der Selbstaufopferung, der geschlechtlichen Selbstzucht, sowie an den Aufgaben der sittlichen Erziehung und Selbsterziehung gezeigt und nachgewiesen, daß es dem auf natürlich-ethischem Grunde fußenden Menschen möglich ist, auch in den schwierigsten Lagen seine höchsten Werte zu behaupten. Im weiteren Fortschritt der Gedankenentwicklung ergibt sich dann eine Prüfung der Grundfragen der Religion und des religiösen Lebens, schließlich eine Untersuchung der Probleme des Kulturlebens und der Elemente der Soziologie, wobei sich der Verfasser ganz besonders mit *Müller-Lyer*, aber auch mit *Schallmeyer* berührt.

In eine kritische Prüfung einzugehen, ist natürlich an dieser Stelle nicht möglich. Aber auch da, wo man von ihm abweicht oder direkt widersprechen muß, folgt man den Darlegungen des Buches mit Interesse, und gewiß ist, daß es nach einzelnen Richtungen wertvolle Anregungen geben kann und auf manche Zukunftswege der Kulturentwicklung glücklich und verheißungsvoll hindeutet; so wenn von den neuen Aufgaben der Erziehung gesprochen wird, oder von einer neuen Sozialpolitik, die die Einsicht in die biologischen und psychologischen Bedingungen des Lebens, sowohl des Einzelnen wie der Gesellschaft, zur Basis und eine höhere Ethik, das Übergewicht der heilsamen Kräfte eines Volkes zum Ziel hat; oder endlich auch von den Problemen des Staats- und Völkerlebens, von den Grundbedingungen nationaler Kultur usw., die für uns jetzt so besonders dringlich und schwerwiegend geworden sind. Und in Hinblick auf diese besonderen Fragen wie auf die allgemeineren des Weltproblems darf man sicherlich den Schlußworten des Buches bei-

¹⁾ Der Verfasser schließt sich in seiner Kategorienlehre teilweise an *Schopenhauer* an. Es ist aber ein merkwürdiges Mißverständnis, wenn er bei *Kant* auch dessen kategorischen Imperativ mit in die Kategorien einreicht. Das Beiwort „kategorisch“ hat hier eine ganz andere Bedeutung (Gegensatz: hypothetisch).

stimmen, die geraume Zeit vor dem Ausbruch des Weltkrieges niedergeschrieben wurden: „Welche Weltwende! Sieht es nicht aus, als wenn wir in der entscheidungsvollsten Stunde lebten, die je der Menschheit geschlagen hat? Wo haben jemals höhere Werte auf dem Spiele gestanden? Wo leuchtendere Gipfel neben schreckensvolleren Abgründen sich erhoben? Welche Antriebe für diejenigen, die dies erkannt haben, nun ihr Bestes zu leisten, welche Gelegenheit für uns gerade jetzt Lebende, unser Leben mit dem höchsten Inhalte, mit dem Kampf um den Fortschritt der Menschheit zu erfüllen!“

Die Entwicklung der Sojabohne oder Kaffeebohne (*Soja hispida* Mönch) und ihre Verwendung.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. Saale.

Die Sojabohne ist an zweien der wichtigsten Nährstoffe außerordentlich reich. Sie enthält nach *Blomeyer*¹⁾ in Hundertteilen durchschnittlich an Trockenmasse:

(Stroh und Spreu)	(Körner)
88 Teile	90 Teile

Diese Trockenstoffe bestehen zu:

9,4 Teilen	33 Teilen	aus stickstoffhaltigen Stoffen (Eiweiß usw.),
2,5 „	18 „	„ Fett,
37 „	30 „	„ sog. stickstofffreien Extraktstoffen.

Es tritt also hiernach nicht nur in den Körnern, sondern auch im Stroh ein überaus hoher Gehalt an eiweißartigen Stoffen und *Fett* scharf hervor. Auch der Aschegehalt ist ziemlich hoch. Wenn man mit *E. Wein*²⁾ bei der Sojabohne im allgemeinen gleiche Körnererträge wie bei Gartenbohnen und Erbsen annimmt, und zwar im Durchschnitt auf 1 Hektar nur 20 Doppelzentner, so ist nach ihm (auf 1 ha berechnet) der Ertrag der Sojabohne an beiden Stoffen im Vergleich zu den hier genannten Hülsenfrüchten folgender:

	Sojabohne	Erbse	Buschbohne (Gartenbohne)
<i>Fett</i> . .	366 kg	34 kg	40 kg
<i>Eiweiß</i> .	686 „	498 „	454 „

Bei annähernd gleichem Körnerertrage ist also die Ernte an stickstoffhaltigen Stoffen bei der Sojabohne noch um ein reichliches Drittel höher, der Ertrag an Fett aber ungefähr 10 mal so groß, als bei Bohnen und Erbsen. Der Gehalt an stickstoffhaltigen Stoffen schwankt übrigens nach

*J. König*¹⁾ bei den Sojabohnen zwischen 27,7 und 43,4 %, der an Fett zwischen 15,2 und 22,7 % der Trockenmasse. Die einzelnen Spielarten scheinen keine auffallend großen Unterschiede im Gehalte an beiden Stoffen zu zeigen. Eine wesentliche Erhöhung im N-Gehalte tritt jedoch beim Anbau dieser Bohne nach den bisherigen Beobachtungen durch eine Düngung mit N und durch geeignete Impfungen ein. Im übrigen scheint auch bei dieser Hülsenfrucht eine kleine N-Düngung in Gestalt von schwefelsaurem Ammoniak und Harnstoff im allgemeinen besser als eine solche mit Salpeter zu wirken. Von der gesamten N-Masse sind 85—90 % Rein-Eiweißstoffe. Nach einigen neueren Beobachtungen von uns ist auch die grüne Stengel-Blatt- und Wurzelmasse sehr N-reich und durch geeignete Impfungen bzw. kleine N-Düngungen kann der N-Gehalt noch wesentlich erhöht werden.

Wenn man nun neben dem hohen N-Gehalt und dem besonders hohen Fettgehalt der Körner noch berücksichtigt, daß in den großen Mengen der sog. N-freien Extraktstoffe auch ein erheblicher Teil Zucker enthalten ist, und zwar nach Untersuchungen von *Stingl* und *Morawski* bis zu 12 % eines Gemenges verschiedener Zuckerarten (siehe *J. König*), so begreift man sehr wohl die große Beachtung, die die Sojabohne schon in uralter Zeit in Ostasien gefunden hat. Man begreift auch, wie sehr sich besonders *F. Haberlandt*²⁾ in Wien schon 1873 für diese neue Nutzpflanze begeistern konnte, von der etwa 20 Abarten zu der großen Wiener Völkersausstellung aus China, Japan und Tunis herbeigebracht worden waren. Allerdings waren die Versuche *Haberlandts* mit Samenproben, die ihm von den einzelnen Ausstellern überlassen waren, auch gleich im ersten Jahre sehr erfolgreich. Er hat sich um die Einführung der Sojabohne in Mitteleuropa zweifellos große Verdienste erworben, wenn auch die hohen Erwartungen, die man auf ihren allgemeineren Anbau bei uns setzte, zunächst nicht in Erfüllung gingen und nach Lage der ganzen Verhältnisse damals auch noch nicht in Erfüllung gehen konnten. Den großen Vorteilen, die ihr Anbau mit sich bringt, stehen auch erhebliche Bedenken und Nachteile gegenüber, die jedenfalls nicht unberücksichtigt bleiben dürfen.

Es sind zwar schon früher in verschiedenen Gegenden Österreichs, in Ungarn und auch bei uns in Deutschland, besonders in Bayern, manche guten Erfolge erzielt worden, aber ein umfangreicheres Anbauggebiet konnte bisher in diesen Ländern von der Sojabohne noch nicht erobert

¹⁾ *J. König*, Die Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel Bd. II, S. 789, 1904.

²⁾ *F. Haberlandt*, Die Sojabohne. 1878. Verlag E. Gerolds Sohn in Wien. Soeben ist im Verlage von P. Parey (Berlin) eine neue kleine Schrift von *M. Fürstenberg*, mit einem Vorwort von Prof. Dr. *Gottlieb Haberlandt* (Berlin), angekündigt: Die Einführung der Soja, eine Umwälzung unserer Volksernährung. Die kleine Schrift konnte vorläufig noch nicht berücksichtigt werden.

¹⁾ *Blomeyer*, Die Kultur der landw. Nutzpflanzen Bd. I, S. 353.

²⁾ *E. Wein*, Die Sojabohne als Feldfrucht. Ergänzung Heft zu dem Journal f. Landwirtschaft 1881, Bd. 29.

werden. Die Reife ist bei uns an vielen Orten zunächst noch wenig gesichert, zumal in den nördlicheren Gegenden des Reiches. Auch die Erträge waren (den Buschbohnen gegenüber) oft noch keine besonders zufriedenstellenden. Außerdem war die Verwendbarkeit der einzelnen Teile der Sojabohne bei uns noch eng begrenzt. Vor allem aber konnte sie noch keine größere Verbreitung finden, weil man die Entwicklungsbedingungen noch zu wenig kannte. Erst in den letzten Jahrzehnten ist die Kenntnis ihrer Entwicklung eine bessere geworden. Wie schon u. a. *Fruwirth*¹⁾ besonders betont, sind die Wärmeansprüche der Sojabohne ziemlich hohe, und ihre Wachstumsdauer ist für Deutschland und Österreich verhältnismäßig lang, jedenfalls länger als in Ostasien und anderen wärmeren Gegenden. Neuerdings hat ihr Anbau besonders in den Vereinigten Staaten Nordamerikas an Ausdehnung gewaltig zugenommen²⁾. Aber auch bei uns in Deutschland dürfte sie in vielen Gegenden erheblich an Boden gewinnen, wenn man es erst verstanden hat, geeignete, möglichst frühreifende und trotzdem reichlich tragende Abarten heranzuzüchten³⁾. Bei dem beschränkten Raume kann auf die Entwicklungsbedingungen hier nicht ausführlicher eingegangen werden. Der Same beginnt nach *Fruwirth* bei 8° C zu keimen. Die Pflanze wird erst bei 0 bzw. — 0,5° C leicht getötet. Sie wäre deshalb etwas weniger empfindlich gegen Kälte als die Vitsbohnen oder Buschbohnen. Die Sojabohne verlangt etwas mehr Feuchtigkeit als diese. In den Bergen, besonders auch im Alpengebiete, wirkt die größere Feuchtigkeitsmenge meist sehr gut auf ihre Entwicklung ein. Die Wärme genügt indessen nicht überall zum Ausreifen der Samen. Leichtere Böden, die sich gut erwärmen, können schon zum Anbau der Sojabohne herangezogen werden. Mehr liebt sie jedoch bessere Lehmböden und Mergelböden, bei genügender Feuchtigkeit auch Kalkböden. Selbst auf stark humushaltigen Böden und auf Moorböden wächst sie vorzüglich, sobald die betreffenden Lagen genügend warm sind. Sehr schöne Impferfolge konnten wir neuerdings besonders auch mit rohem Moorboden erzielen, wenn die angesetzten Töpfe mit „Azotogen“ oder „Nitragin“ oder auch mit Impferde (Sojabohnenboden) geimpft wurden. Mit Lupinenerde und Krallenklee-Erde (*Serradella*-erde) allein, ebenso mit Azotogen und Nitragin für Lupinen und Krallenklee als Impfstoff wurden bisher von uns noch keine sicheren Impferfolge erzielt, obgleich sich die Knöllchenbildner von Krallenklee, Wolfsbohne und Sojabohne sehr nahestehen und sich zum Teil sehr leicht vertreten

können. Einen vollen Impferfolg erhielten wir jedoch u. a. durch eine gleichzeitige Impfung von rohem Moorboden mit Krallenklee-Erde und Azotobakter.

Bei den zahlreichen Abarten und Zuchten der Sojabohne unterscheidet man vor allem gelbe, braune, grünliche und schwarze. Die schwarzen, die, wie auch die übrigen, bald mehr flach und länglich, bald mehr rund und dick (gedunsen) sind, gelten in ihrer Heimat Ostasien als die ertragreichsten; sie sollen aber auch die empfindlichsten gegen Kälte sein. Am wenigsten frostempfindlich sollen die gelben Abarten sein. Nach unseren bisherigen Versuchen in Lauchstedt scheinen gleichfalls die schwarz-samigen Sojabohnen die ertragreichsten zu sein. Freilich kann man nach den bisherigen Ergebnissen (bei der schlechten Witterung der Jahre 1914 und 1915) noch kein sicheres Urteil abgeben. Die Pflanzen hatten unter sehr zeitigen Herbstfrösten stark gelitten. Immerhin konnten wir in beiden Jahren noch eine beträchtliche Menge reifen Samen ernten. Die meisten Schoten reiften aber nicht mehr aus. Im übrigen entwickelten sich in beiden Jahren die schwarz-samigen entschieden am besten. Deutlich geringer standen die gelben; noch etwas geringer die braunen und grünen. Auffallende Unterschiede der einzelnen Sojabohnen in ihrer Empfindlichkeit gegen Frühjahrs- und Herbstfröste wurden von uns selbst bisher noch nicht beobachtet. In der Fruchtfolge kann die Sojabohne an gleicher Stelle wie die gewöhnlichen Bohnen stehen. Die Bestellung und Bearbeitung ist eine ähnliche. Möglicherweise ist ihr Anbau auf Kämmen besonders vorteilhaft. Wenn es an Kali und *Phosphorsäure* fehlt, so muß für eine möglichst reichliche Düngung mit diesen Stoffen gesorgt werden.

Anfangs wächst die Sojabohne sehr langsam. Die Ernte ist bei uns in Deutschland meist nicht vor der zweiten Hälfte des Oktober möglich. Auch dann gibt es noch manche halbreife und unreife Hülsen. Beim Vergleiche mit bezogenem Saatgute keimte übrigens unser selbst geernteter Same bei den bisherigen Versuchen vorzüglich. Für ihren Anbau ist nicht unwichtig, daß pflanzliche bzw. pilzliche Schmarotzer auf der Sojabohne bisher nicht bemerkt wurden. Von tierischen Feinden stellen Ziesel, Hamster und Mäuse den Früchten nach. Zuweilen wird diese Bohne von Schmetterlingsraupen und von Käferlarven (Drahtwürmern) befallen. Oft werden die Sojabohnenfelder durch Hasenfraß sehr geschädigt.

Über die mannigfache Verwendungsart der Sojabohnen mag zunächst erwähnt sein, daß man sie in ähnlicher Weise wie die gewöhnlichen Bohnen als Salat und Brei herrichten kann. Sie sollen jedoch weniger gut schmecken, und vor allem sollen die Bohnen selbst schwer kochen. Sehr ansprechend soll ein Gericht aus 2 Teilen Kartoffelmus und 1 Teil Sojamehl sein. Die Soja-

¹⁾ *Fruwirth*, Anbau der Hülsenfrüchte, Thier-Bibliothek. Vgl. auch dessen Mitteilungen in *Fühlings landwirtsch. Zeitung* 1915 und in der *Illustr. landw. Zeitung* 1915, S. 13.

²⁾ Vgl. *Matenaers* Erörterungen in den *Mitt. der D. L. G.* 1914, Stück 40.

³⁾ Und zwar u. a. vor allem mit Berücksichtigung planmäßiger *Phosphorsäure*- und Kalidüngungen.

		Wurzeln	Kraut	
N - armer Boden	} Ungeimpfte Pflanzen	5,4 % Eiweiß	9,1 % Eiweiß.	Ohne Knöllchen
N - reicherer Boden		6,8 „ „	12,5 „ „	„ „
Boden mit mittlerem N - Gehalte	} Geimpfte Pflanzen	11,3 % Eiweiß	14,4 % Eiweiß.	Wenig Knöllchen
		17,7 „ „	26,6 „ „	Viel „

bohne kann alsdann sehr gut als Ersatzmittel für Kaffee verwandt werden und wird zu diesem Zwecke besonders in Südtirol und in Istrien häufiger angebaut. Die wichtigste Verwendungsart der Soja in Ostasien in Gestalt einer Tunke zu allen möglichen Speisen kennt man bei uns noch so gut wie gar nicht. Freilich ist auch deren Herstellung nicht leicht. Bei allen Sojabohnengerichten spielt natürlich auch der Geschmack eine gewisse Rolle. Man muß sich erst allmählich an sie gewöhnen. Jedenfalls wird man manche Gerichte als Mischung (z. B. mit Erbsen oder Reis und Kartoffeln) auch für uns wohlschmeckend herrichten können, wenn man sich erst mit dieser Bohne auch in der Küche etwas mehr beschäftigt haben wird. Der Geschmack der Gerichte aus Sojabohnen soll übrigens an Mandeln und Kastanien erinnern, sonst an den der Gartenbohne. Auch gibt es aus Sojabohnen bereits ein Mehl für den Küchengebrauch, ähnlich dem Bohnen- und Erbsenmehl. In Ostasien werden aus der Sojabohne auch 2 Käsearten; der „Miso“ und „Natto“, gewonnen, die als Milchersatzmittel sehr wichtig sind und dort eine große Rolle spielen. Ihre Herstellung ist naturgemäß nicht ganz leicht, im übrigen aber sehr lehrreich. Die Sojabohnen werden ferner durch Auspressen auf Öl verarbeitet. Die Preßrückstände können, ähnlich wie früher bei uns die Ölkuchen, als Düngemittel verwandt werden. Sie sind außerordentlich N-reich.

Sojabohnenmehle (meist ausländische) werden seit einigen Jahren schon ziemlich häufig als Futtermittel für die verschiedensten Tiere vorteilhaft verwendet. Überhaupt werden die Körner in Mitteleuropa, vorläufig wenigstens, namentlich als Mastfutter oder als Beifutter für Arbeitstiere verwendet. Auch werden sie zuweilen als besonders gutes Beifutter für das Milchvieh empfohlen: Sie sind mäßig reich an Rohfaser und gelten für Tiere aller Art als leicht verdaulich. Ferner sind Stroh und Spreu gut zu verwerten; beide Futterstoffe sind ziemlich N-reich, gelten aber dem Bohnenstroh gegenüber als minderwertig. Allerdings wird das Sojabohnenstroh in Mitteleuropa oft noch mangelhaft geerntet. An N-haltigen Stoffen wurden von uns bisher im Höchstfalle 9,7 % im Stroh und 36 % in den Körnern festgestellt. Ferner mögen aus den bisherigen Impfversuchen einige Zahlen über den N-Gehalt grüner Pflanzenteile angeführt sein:

(Siehe obenstehende Tabelle.)

Durch eine Impfung wird hiernach bei reichlicher Knöllchenbildung der N-Gehalt von Wurzeln und Kraut auffallend stark erhöht. Als Grünfütterpflanze und Gründüngungspflanze spielt bei uns die Sojabohne gleichfalls noch keine größere

Rolle. Nach manchen Beobachtungen soll das Kraut vom Vieh nicht besonders gern genommen werden. Andere Beobachtungen lauten aber entschieden günstig. Die Mengen an grüner Masse sind jedenfalls nicht zu unterschätzen, zumal wenn man den sehr hohen Stickstoffgehalt beachtet, der oft viel größer als beim Rotklee und Krallenklee sein kann. Dem ausgereiften Stroh gegenüber gilt das N-reiche Grünfütter und das Heu als leicht verdaulich: Ebenso verdient das Sauerfütter für sich allein oder im Gemenge mit N-armen Futterstoffen unsere volle Beachtung. Der Anbau zur Futtergewinnung ist jedenfalls in vielen Lagen möglich, in denen ein Ausreifen der Bohne überhaupt nicht mehr erfolgt. Mit geeigneten Impfstoffen (Azotogen, Nitragin, Impferden) oder durch wiederholten Anbau ohne Impfung auf gleicher Fläche kann die Entwicklung der Sojabohne wesentlich gefördert werden. Durch fortgesetzten Anbau und geeignete Zuchtwahl dürfte man mit der Zeit auch gute frühreifende Bohnenarten heranzüchten können. In Nordamerika hat der feldmäßige Anbau dieser sehr wertvollen Hülsenfrucht schon große Verbreitung gefunden. Umfangreichere Versuche, die Sojabohne auch bei uns in Deutschland und Österreich mehr einzubürgern, sind nach unseren Erörterungen dringend geboten und bieten jedenfalls große Aussichten auf Erfolg. Da in diesem Jahre die Zeit für Versuche, Samen zu ernten, schon etwas vorgeschritten ist, so sollte man die Pflanze versuchsweise wenigstens zur Fütterung und Gründüngung anbauen. Wenn natürlich vorläufig auch noch nicht zu allgemeinen Versuchen im großen geraten werden kann, so sollte man wenigstens die Versuche im kleinen möglichst eifrig fortsetzen. Die Erfolge werden nicht ausbleiben.

Besprechungen.

Lorentz, H. A., Les théories statistiques en thermodynamique. Fünf Vorlesungen, gehalten am Collège de France im November 1912. Leipzig, B. G. Teubner, 1916. 79 Seiten Text, 40 Seiten Anmerkungen. Preis M. 5,80.

Jeder, der mathematische Theorien studiert hat, kennt folgendes peinliche Erlebnis: Er verifiziert mit Fleiß und Eifer jeden Schritt der Deduktion und versteht am Ende seiner Bemühungen — nichts; es fehlt ihm der leitende Konzeptionsgedanke, den der Autor häufig aus Unvermögen, ihn sauber auszudrücken, oder gar aus einer besonders früher üblichen, den Sehenden fast komisch berührenden Koketterie unterdrückt. Gegen dies Übel hilft nur schrankenlose Offenheit des Autors, der sich nicht scheuen soll, auch unvollkommenere Leitideen dem Leser anzuvertrauen, wenn sie sein Werk gefördert haben: In der theoretischen Physik gibt es kaum ein Gebiet, auf dem dies Gebot schwe-

rer zu erfüllen ist als die statistische Mechanik. Jeder Kundige wird mir darin beistimmen, daß sich *Gibbs* in seinem bahnbrechenden Buche über den Gegenstand schwer gegen dies Gebot versündigte; viele haben es gelesen, verifiziert und nicht verstanden. Diesem Übel hat *Lorentz* in seinen ersten drei Vorlesungen gesteuert, indem er die Grundlagen der Theorie in verblüffend einfacher mathematischer Form so darstellt, daß die leitenden Gedanken scharf hervortreten.

Dabei stellt er *Boltzmanns* Prinzip in den Vordergrund und setzt sich auch gründlich mit der Frage auseinander, wie die Wahrscheinlichkeit W in *Boltzmanns* Gleichung $S = \kappa \lg W$ zu definieren sei. Er bedient sich dabei der Definition $W = \text{Phasenintegral}$ und zeigt, daß die andere, vom Referenten vorgeschlagene Definition $W = \text{zeitliche Häufigkeit}$ mit dieser Definition im wesentlichen übereinstimme. Bei dieser Gelegenheit setzt der Autor die Gründe auseinander, die ihn davon abhielten, von der zweiten, anschaulicheren Definition auszugehen, worauf ich den Leser besonders aufmerksam machen möchte.

Die letzten beiden Vorträge befassen sich hauptsächlich mit der Theorie der Brownschen Bewegung und der Schwankungen. Im letzten Vortrag sind die Anwendungen der letzteren Theorie auf die Plancksche Strahlungsformel meisterhaft dargelegt; dabei ergeben sich bekanntlich statistische Eigenschaften der Strahlung, welche sich undulationstheoretisch nicht darstellen lassen. Daß diese Relationen *H. A. Lorentz'* Interesse erweckt haben, erfüllt den Referenten mit besonderer Freude. Aus dem lichtvollen Büchlein kann jeder Physiker lernen.

A. Einstein, Berlin-Charlottenburg.

Einstein, A., Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. Leipzig, Johann Ambr. Barth, 1916. 64 S. Preis M. 2,40.

In dem Bändchen hat der Verfasser seine Untersuchungen über allgemeine Relativitätstheorie zusammenfassend dargestellt. Die ersten 14 Seiten erläutern den Grundgedanken der Theorie. Hierauf folgt eine gedrängte, aber doch vollständige Darlegung der invariantentheoretischen Methoden, soweit sie für das Verständnis der Theorie notwendig sind. In den drei letzten Abschnitten wird die Theorie selbst entwickelt sowie deren Verhältnis zur Newtonschen Mechanik und Gravitationstheorie. Der leitende Gesichtspunkt für die Darstellung war, daß letztere einen möglichst deutlichen Einblick in die Methoden gewähren sollte, nach denen die Theorie tatsächlich aufgefunden wurde, natürlich unter Weglassung der Irr- und Umwege. Eine ausführlichere Darstellung des Grundgedankens, losgelöst von deren mathematischer Formulierung, findet man in einem jüngst als Broschüre im Springerischen Verlage erschienenen Aufsatz des Astronomen *E. Freundlich* „Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie“.

Selbstanzeige.

Müller, O., Einiges über Beobachtungsfehler beim Abschätzen der Teilungen geodätischer Instrumente. Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen Band IV, Heft 1. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1916. 33 S. und 5 Figuren. Preis M. 3,—.

Der Verfasser weist darauf hin, daß sich die Geodäten wiederholt mit den sogenannten Schätzungsfehlern beschäftigt und zu diesen Untersuchungen auch physiologische und psychologische Forschungen berücksichtigt haben, während die Psychologen diese Arbeiten

der Geodäten nicht herangezogen haben. Die vorliegende Arbeit soll über den Stand dieser Frage berichten und gleichzeitig den Wert eines früheren Berichtes von *M. Bauch* über das gleiche Thema beleuchten.

Unter Schätzungsfehlern versteht man jene Fehler, die auftreten, wenn man die Stellung eines Zeigers zwischen zwei Strichen (in einem Teilungsfeld) nach Augenmaß in Bruchteilen der Strichentfernung (Zehntel oder Zwanzigstel des Teilungsfeldes) angibt. Diese Fehler sind also der Abweichung analog, die sich ergeben kann, wenn zwei Beobachter ein in ganze Grade geteiltes Thermometer kurz nacheinander in Zehntelgraden ablesen. Aus der Zuhilfenahme des Augenmaßes geht deutlich hervor, daß bei dem Schätzungsvorgang die physiologische Optik und gewisse Denkprozesse die größte Rolle spielen müssen.

Bereits 1834 hat *Stampfer* Schätzungsversuche veröffentlicht; wenige Jahre später auch *Hagen* in seinen Grundzügen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Dauernde Aufmerksamkeit und Sorgfalt hat der Angelegenheit weiterhin *Chr. Aug. Vogler* geschenkt, ferner *Wagner*, *Reinhertz* und *Kummer*. *Müller* erörtert ausführlich den jetzigen Stand der Frage und teilt vor allem eine eigene Versuchsreihe mit, welche wertvolle Schlüsse zuließ.

Acht verschiedene, willkürlich gewählte Beobachter mußten systematische Schätzungsversuche an Maßstäben mit verschieden langen Teilungsfeldern (0,5 bis 100 mm) und verschieden starken Strichen (0,11 bis 0,3 mm) vornehmen. Die 1024 Einzelfehler, denen in jeder Beziehung das Merkmal *zufälliger* Fehler anhaftete, zeigten, daß für die benutzten Felder der absolute Gesamtschätzungsfehler im Durchschnitt nahezu proportional der Feldgröße wächst, daß jedoch, wie zu erwarten, Augenbeschaffenheit und sonstiges Wesen des Beobachters diese Gesetzmäßigkeit beeinflussen. Die Versuche bestätigten auch die alte Erfahrung, daß die Schätzungen in Feldern unter 1 mm Größe an Schärfe verlieren.

F. Göpel, Berlin-Charlottenburg.

Barkhausen, Hilde, Auszüge aus James Clerk Maxwells Elektrizität und Magnetismus. Herausgegeben von *Fritz Emde*. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. XXXII, 182 S. und 9 Abbild. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.

Der Herausgeber meint, daß das Maxwellsche Buch den Studenten und vielen Fachleuten gewöhnlich nur dem Namen nach bekannt sei. Wie es sich mit dem Originalwerk verhält, weiß ich nicht. Als Verfasser der deutschen Bearbeitung darf ich aber hervorheben, daß diese in ziemlich bedeutender Auflage erschienen und vergriffen ist. Eine neue Ausgabe ist nur deshalb nicht zustande gekommen, weil der Bedarf gedeckt sein sollte. Trifft dieses doch nicht zu, so wäre eine solche vollständige Ausgabe höchst erwünscht und verdienstlich. Persönlich bin ich ein Gegner aller Breviarien aus genialen Geisteswerken; Breviarien aus Schiller, Goethe, Heine usw. haben mich immer als ein schlechtes Zeugnis für das deutsche Volk angemutet. Wer entscheidet denn über das eigentlich Wertvolle? Und wie wandelt sich doch die Beurteilung! Auch die Wissenschaft ist zum Teil Modesache, und viele Theorien, die früher von großem Glanze umgeben waren, sind beiseite geworfen; wie ich überzeugt bin, daß nicht Weniges von dem, wogegen man jetzt kein Wort sagen darf, später in die Ecke fliegen wird. Am besten ist es also wohl, diejenigen, welche eine der ersten Leistungen des menschlichen Geistes kennen

lernen wollen, auf das Werk selbst zu verweisen. Sind sie berufen, so werden sie schon sich zurechtfinden und die Grundgedanken von den nicht zu vermeidenden, und zur Anwendung sogar unumgänglichen, Ausführungen zu scheiden wissen. Sind sie es nicht, so helfen ihnen Auszüge auch nicht. Auch betrachtet ja Herr *Emde* seine Veröffentlichung nur als eine Art Zugabe für das Studium des Maxwellschen Buches selbst.

Die Bezeichnung „Auszüge“ ist nicht ganz zutreffend, denn der Herr Herausgeber hat an die Auszüge einen Kommentar gefügt, wo es ihm nötig schien, d. h. wo er den Text einer Erläuterung für bedürftig erachtete oder einer Richtigstellung nach unserem gegenwärtigen Wissen. Es ist nicht zu leugnen, daß dieser Kommentar tüchtig geschrieben ist; man erfährt vieles, was sich seit *Maxwell* geändert hat. Dank gebührt dem Herausgeber auch für die anhangsweise gegebene Übersicht über die Formeln der Vektoranalysis. Aber seinem Urteil über die Bedeutung dieser Analysis, deren Mangel das Lesen der Bücher „fast unerträglich“ machen soll, werden wohl nicht viele zustimmen. Das Umgekehrte findet bei weitem öfter statt. Die Wahrheit ist nur, daß die Vektoranalysis — ich lese selbst darüber — ein schönes Mittel bietet, sich kurz auszudrücken, wo es sich um allgemeine Angaben handelt, daß sie aber außerordentliche Anforderungen an das Gedächtnis stellt und sehr leicht zu Falschrechnungen führt, wenn man sie nicht unter stetige Kontrolle durch die gewöhnliche Rechnung hält. Will man die Formeln anwenden, so muß man doch wieder alles in die Schreibweise dieser gewöhnlichen Rechnung übertragen. Es ist nicht Zaghaftigkeit oder Furcht, nicht verstanden zu werden, was so viele abhält, rein vektoranalytisch zu schreiben, die es sicher ganz gut könnten, sondern jene Einsicht und das oft Abstruse, das den Formeln anhängt. Also die meisten haben doch eine Entschuldigung.

Das Buch des Herrn *Emde* als solches kann empfohlen werden, nicht als Auszugsbuch, sondern als zum Teil selbständiges Werk. Vielleicht wäre es sogar besser gewesen, wenn Herr *Emde* ein eigenes Buch über *Maxwells* Theorie im Lichte unserer jetzigen Kenntnisse und Anschauungen herausgegeben hätte. Übersetzungen treffen nicht immer das Richtige, ich weiß das leider von meiner eigenen Übersetzung des Maxwellschen Werkes. Und dieses Werk ist bei aller bewunderungswürdigen Schärfe des Ausdrucks außerordentlich schwer zu verstehen. Geschieht die Übertragung noch gar frei, wie in diesen „Auszügen“, so schwindet nicht selten die Grenze zwischen dem, was *Maxwell* gesagt hat und was Eigentum des Übertragenden ist. Philologen und Literarhistoriker wären jedenfalls verblüfft über die Auslassungen, Erweiterungen und Umstellungen in dem zu übersetzenden Texte. Ich spreche hier auch gegen mich. Wäre es mir vergönnt, das Maxwellsche Werk nochmals herauszugeben, ich würde alles, was nicht vom unsterblichen Forscher herrührt, wieder entfernen und mich sklavisch an seine Worte halten, wiewohl mir das Eigene manches Lob eingetragen hat. Jetzt weiß ich besser, wie mit einem Ausnahmewerk zu verfahren ist. Die Freiheit schafft auch mitunter Unklarheit. *Maxwell* bringt in § 35 Beispiele für die Tatsache, daß Energie als Produkt zweier Faktoren erscheint; eines lautet „Mass and Gravitation acting through a certain height“. Das ist ganz klar. Die Übersetzung lautet „Masse und Gravitation in einer bestimmten Höhe“. Das ist natürlich unklar, und Herr *Emde* muß die Unklarheit

in einer Anmerkung heben, die bei genauer Übersetzung gar nicht nötig gewesen wäre. In § 48 Abs. 2 spricht *Maxwell* auch nicht von einer Kraft, die „wie“ eine Spannung wirkt, sondern „als“, und das trifft, wie Herr *Emde* selbst ja betont, seine eigentliche Anschauung. Ähnliche nicht zweckmäßige Freiheiten finden sich an mehreren anderen Stellen des Buches. Doch genügt es, für eine zweite Auflage auf das Allgemeine hinzuweisen. Daß das Buch 1915 erschienen ist, sei für die Engländer betont.

M. B. Weinstein, Berlin-Charlottenburg.

Kleine Mitteilungen.

Die Kohlenproduktion im Jahre 1915. Die Firma Emanuel Friedlaender & Co., Berlin, hat für das Jahr 1915 einen Bericht über den Kohlenmarkt herausgegeben, der sich, entsprechend der Stellung der Firma als Vertreterin oberschlesischer Interessen, zu einem großen Teil mit den Verhältnissen in Oberschlesien beschäftigt, daneben aber einen Überblick über die Verhältnisse der Kohlenproduktion aller übrigen in Betracht kommenden Staaten der Welt gibt.

Aus den Angaben über die Weltkohlenproduktion ergibt sich die interessante Tatsache, daß im Jahre 1913 diejenigen Staaten, die sich gegenwärtig mit den anderen im Kriege befinden, unter Einschluß von Nordamerika, über $1\frac{1}{4}$ Milliarden Tonnen Kohlen produzierten, das sind mehr wie 90 % der gesamten Weltproduktion. Im Jahre 1914 ist die Produktion dieser Staaten um 150 Millionen Tonnen, im Jahre 1915 um weitere 35 Millionen Tonnen zurückgegangen. Dabei ist noch bemerkenswert, daß Deutschland und Österreich-Ungarn zusammen im Jahre 1915 eine Förderung von 283 Millionen Tonnen aufzuweisen hatten, während für England, Frankreich und Rußland, und zwar einschließlich Polen, nur ca. 300 Millionen Tonnen zur Verfügung standen. Da Deutschland auch noch über die belgische und polnische Kohle verfügen kann, während England auf der anderen Seite mit seiner Produktion die halbe Welt versorgen soll, so ist schon aus diesen wenigen Zahlen ersichtlich, daß die Mittelmächte auch bezüglich der Kohlenversorgung England gegenüber im Vorteil sind.

In ausführlichen Tabellen und in graphischen Textbildern ist die Produktion, der Verbrauch, die Ein- und Ausfuhr der Vereinigten Staaten, Großbritannien, Deutschlands, Österreich-Ungarns, Frankreichs, Rußlands und Belgiens für die Zeit von 1907 bis 1915 dargestellt. Kurz erwähnt sind dann noch die Verhältnisse auf dem Kohlenmarkt in Italien und in den nordischen Ländern, die über eine eigene Produktion so gut wie gar nicht verfügen und daher auf fremde Hilfe angewiesen sind. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika, die im Jahre 1913 fast 40 % der gesamten Weltproduktion förderten, hat sich wider Erwarten in den Kriegsjahren die Produktion nicht gehoben; die Hilfe, die daher von dort aus geleistet werden konnte, war nur eine verhältnismäßig geringe. Nur nach Italien sind etwa 3 Millionen Tonnen amerikanische Kohle gekommen, etwas mehr haben die südamerikanischen Staaten als Ersatz für den Ausfall englischer Kohlen erhalten. Auch preislich konnte Amerika aus seiner Kohle keinen Konjunkturnutzen ziehen; Mangel an Schiffsraum und Transportschwierigkeiten hinderten das.

Recht ausführlich sind die Verhältnisse auf dem

englischen Kohlenmarkt dargestellt. Die Produktion wird dort mit allen Mitteln aufrecht zu erhalten versucht; es ist auch gelungen, im Jahre 1915 etwa 88 % der Leistung des Jahres 1913 zu fördern. Möglich war das nur dadurch, daß man den sehr weitgehenden Lohnforderungen der englischen Arbeiter in fast allen Punkten nachgab. Trotzdem man durch ein Ausfuhrverbot den freien Export der englischen Kohlen außerordentlich beschränkt hat, herrscht im Inland doch großer Mangel an Brennmaterial, was ein so starkes Anziehen der Preise zur Folge hatte, daß die Regierung sich zur Einführung von Höchstpreisen entschließen mußte.

Am schlechtesten ist es mit der Kohlenversorgung Frankreichs bestellt, das in normalen Zeiten seinen Verbrauch durch eigene Produktion nur zu $\frac{1}{2}$ decken kann und im Jahre 1913 allein 11 Millionen Tonnen Brennstoffe aus Deutschland und Belgien bezogen hat. England unterstützt Frankreich weitgehendst; es hat im Jahre 1915 allein ca 5 Millionen Tonnen mehr zur Ablieferung gebracht wie im Jahre 1913; trotzdem hat Frankreich starke Kohlennot, zumal da die Förderung von 40 Millionen Tonnen auf 16—18 Millionen Tonnen zurückgegangen ist, nachdem die Hauptreviere im Kampfgebiet liegen. Die Preise sind um ein Vielfaches gestiegen. Erst in den letzten Wochen entschloß sich die englische Regierung zu einer Regelung der Preise und Frachten, immerhin sind auch nach dieser Regelung die Preise etwa 5-mal so hoch wie in Friedenszeiten.

Rußland scheint sich bezüglich seiner Brennstoffversorgung besser durchzuhelfen, und zwar insbesondere durch Aufrechterhaltung der vollen Förderung im Donezrevier. Durch den Wegfall der englischen und deutschen Einfuhr haben im Jahre 1915 zwar ca. 10 Millionen Tonnen Brennstoffe gefehlt, durch Verwendung von Holz und Heizöl konnten wohl aber zum großen Teil, wenn auch mit erheblichen Schwierigkeiten, Ersatzmittel geschaffen werden.

Die Kohlenförderung in Belgien, die der Kaiserlichen Kohlenzentrale in Brüssel untersteht, kommt von Vierteljahr zu Vierteljahr mehr in Gang; im letzten Quartal 1915 war man bereits bei 70 % Förderung angelangt. Da der Bedarf im Inland nicht so groß ist und ein Teil der sonstigen Absatzgebiete, insbesondere Deutschland und Frankreich, nicht in Frage kommen, so werden verhältnismäßig große Mengen nach den Nordländern, und zwar insbesondere nach Schweden, exportiert, nachdem die sonst dort verwendeten englischen Kohlen nur zum kleinsten Teil zur Verfügung gestellt werden.

Von den Ziffern im Deutschen Reich sind nur die Produktionszahlen öffentlich bekanntgegeben. Dieselben betrugen bei Steinkohlen 77 % der Förderung des Jahres 1913, während es gelungen ist, die Braunkohlenförderung gegen 1913 noch zu steigern. Die Verhältnisse auf dem Ausfuhrmarkte sind in dem Bericht auf Grund von privaten Ermittlungen und Schätzungen ausführlich behandelt, dürfen aber nicht öffentlich bekanntgegeben werden, da dieses Material vertraulich behandelt werden muß. Immerhin kann gesagt werden, daß trotz der Ausfälle, die Deutschland in der Produktion und durch den Wegfall der englischen Einfuhr mit etwa 9 Millionen Tonnen erlitten hat, die Brennstoffversorgung des Deutschen Reiches sichergestellt ist. Deutschland kann es sich sogar noch leisten, an einzelne neutrale Staaten nicht unbeträchtliche Mengen abzugeben, ohne im Inland in

dringende Schwierigkeiten zu geraten. Bei dieser Gelegenheit wird erwähnt, daß die Verwendung von Koks an Stelle von Kohle an verschiedenen Stellen sich recht gut eingeführt hat, insbesondere die Eisenbahnen verwenden ziemlich große Mengen dieses Materials.

Es werden dann noch ziemlich ausführlich die Produktions-, Versand- und Preisverhältnisse des Rheinisch-Westfälischen Syndikats, des Saarreviers und Niederschlesiens dargestellt; auch die Braunkohlenreviere Ostdeutschlands und der Niederlausitz werden kurz behandelt. Ausführlich werden dann die Verhältnisse auf dem oberschlesischen Kohlenmarkt geschildert, und zwar unter Beifügung aller einschlägigen Ziffern, deren Veröffentlichung durch die Presse aber aus den bereits genannten Gründen nicht zulässig ist. Die Produktion in Oberschlesien erreichte in manchen Monaten fast 85 % der Zahl des Jahres 1913. Dieses gute Resultat ist durch die Verwendung von Kriegsgefangenen und durch die weitgehende Ausnutzung aller maschinellen Vorrichtungen möglich geworden. Es wird darauf hingewiesen, daß die Preiserhöhung in Oberschlesien für die einzelnen Sortimente während der ganzen Kriegszeit pro Tonne nur 1—2 M., das sind im Mittel etwa 15 %, beträgt. Nur Abnehmer in solchen Gebieten, die vorher mit Rücksicht auf den Wettbewerb ausländischer Kohlen besonders günstig gestellt waren, mußten sich naturgemäß eine weitere Preiserhöhung gefallen lassen.

Der Export nach Österreich-Ungarn, das zu einem großen Teil auf oberschlesische Steinkohlen angewiesen ist, ist um etwa 30 % zurückgegangen, und zwar in erster Linie verursacht durch die Sperrungen, die einen großen Teil des Jahres nach den Bezirken Galiziens und Ungarns bestanden. Die Gebiete, nach denen der Verkehr ungehindert möglich war, erhielten Brennstoffe ungefähr in gleichem prozentualen Umfang wie die deutschen Abnehmer. Die Steinkohlenproduktion in Österreich-Ungarn selbst — und zwar insbesondere im Hauptrevier Ostrau-Karwin — war außerordentlich gut; sie war noch höher wie im Jahre 1913. Im böhmischen Braunkohlenrevier ist die Produktion allerdings etwas zurückgeblieben, immerhin kann gesagt werden, daß unter Zuhilfenahme der deutschen Einfuhr auch die Versorgung Österreich-Ungarns mit Brennstoffen durchaus gesichert ist.

Es werden dann noch die Versorgung Ostpreußens mit Kohlen behandelt, für die eine besondere Kriegskohlengesellschaft gegründet wurde, ferner die Verhältnisse in Polen, wo die Produktion unter deutscher Verwaltung gleichfalls von Monat zu Monat sich hebt, dann die Ausfuhr nach den skandinavischen Ländern, die, was die Kohlen anlangt, neben Belgien hauptsächlich auf Oberschlesien beruht, und schließlich sind noch die Brennstoffverhältnisse auf dem Balkan einer Behandlung unterzogen, und zwar sowohl der Produktion nach als auch mit Bezug auf die eventuellen Aussichten, die sich für Deutschland, und insbesondere für Oberschlesien, nach dem Kriege ergeben.

Der Inhalt des Kohlenmarktberichtes, der 100 Seiten umfaßt, ist ein so umfangreicher, daß es sich in Zukunft wohl empfehlen würde, durch Beifügung eines Registers oder eines Inhaltsverzeichnisses das Ganze übersichtlicher zu gestalten. Hervorgehoben soll noch werden, daß die zahlreichen ziffernmäßigen Angaben sich auf viele Jahre zurückerstrecken, so daß man einen guten Überblick über die ganze Entwicklung in den Kohlenproduktionsländern erhält.

F. R.

Der Meerochs. 1. In dem „Marienburger Treblerbuch der Jahre 1399 bis 1409“, Rechnungsbüchern des Deutschen Ritterordens, treten neben dem Ur und dem Wisent Tiere auf, die unter dem Namen Meerochsen (merochsen, meerkü) in mehreren Exemplaren im Stuhmer Tiergarten gehalten wurden. Nach den philologischen Wörterbüchern bezeichnet das Wort Meerrinder den Manatus oder das Hippopotamus, oder eine Robbe, oder die Rohrdommel oder endlich eine Fischart, also Tiere, wie sie unmöglich zwischen den Hirschen des Stuhmer Parks von Hirten gepflegt sein konnten. Daher rieten *Nehring* und *Treichel* auf den Elch, wobei jedoch nicht einzusehen ist, wieso ein zu damaliger Zeit so häufiges Tier wie der Elch mit einem Male als Meerochs auftreten sollte.

2. *Szalay* (Zoologische Annalen. Bd. 6, Heft 2 u. 3. S. 75, 222) erinnert sich, wie der ungarische Bauer den Mais *Tengeri búza*, das meerische Korn, den Trutzhahn *Tengeri tyuk*, Meerhahn, die Meerkatze *Tengeri macska* nennt und damit nur sagen will, daß das Korn und die Tiere von weither seien, „übers Meer kamen“, und es gelingt ihm, aus Grimms Deutschem Wörterbuche fünf Gruppen von Wörtern zusammenzustellen, die mit dem Substantivum Meer zusammengesetzt sind. Die meisten mit Meer verbundenen Hauptwörter beziehen sich auf solche Tiere, die tatsächlich im Meere hausen, wie Fische, Weichtiere, Würmer usw.: Meersau, Meerpflaue, Meertaube. Andere bezeichnen Tiere, die sich in der Nähe des Meeres aufhalten: Meeradler, Meerschwalbe, Meerente. Andere sind Namen dunkleren Ursprungs, wo das Wort Meer nicht erklärt werden kann: so wenn die Rohrdommel Meerochs oder Meerrind genannt wird, was vielleicht Moorochs und Moorrind heißen sollte (Meer und Moor haben dieselbe Wurzel). Die letzten zwei Gruppen umfassen die Tiere, die durch das Wort Meer als fremdländische gekennzeichnet werden sollen: Meerkatze, Meerschweinchen und — Meerochse.

3. „Merohse ist im Mittelalter ein lasttragendes Landtier im Orient und wird mit andern Zugtieren, z. B. Kamelen, erwähnt“, steht im Beneckeschen Mittelhochdeutschen Wörterbuch zu lesen. Siehe z. B. des Landgrafen Ludwigs des Frommen Kreuzfahrt, wo zur Beförderung des Gepäckes „vil wagen, Kamele, Drumedar, olbenten, merohsen“ dienten. Der Olbent ist hier der Elefant (Olbend, Olband, Elfent, Helfant, Olfent), und der Meerochs ein Tier, von dem die Dichter und Chronisten jedoch immer nur aus morgenländischen Quellen wissen, nie aus eigener Anschauung, ein Tier, bei dem sie fanden, daß die Erwähnung desselben eine richtige orientalische *Stimmung* herbeiführt. So singt *Wolfram von Eschenbach* im Willehalm: „Carroschen giengen drunder, die zugen dâ besunder gewâpende merrinder“. Einmal taucht dieses orientalische Zugtier sogar in Rom auf, wo es Dietrich von Bern beim Bau der Engelsburg diente.

4. Nun gab es im Orient acht Arten von Lasttieren: Elefanten, Kamele, Büffel, Zebus, Rinder, Esel, Pferde und Maulesel. Die drei Pferdearten bleiben außer Betracht, von Hausrindern kann im Stuhmer Wildpark auch nicht die Rede gewesen sein, Kamel und Elefant werden in der Literatur immer hinreichend deutlich unterschieden, so daß es sich nur noch fragt: ist der Büffel der Meerochs oder der Zebu? Unter Bubalus verstand man in Nordafrika die Antilope Bubalis, im alten und mittelalterlichen Mitteleuropa den Ur und den Wisent sowie seit dem IV. Jahrhundert auch den zahmen Büffel Italiens, Persiens und Indiens. So

wird also wohl der Zebu der Meerochs sein, und es ist in der Tat kein einziges Wort in den Erwähnungen des Meerochsen, das auf den Zebu nicht vortrefflich passen würde, und deshalb können wir es mit Sicherheit aussprechen: *Der Meerochs ist der heutige Zebu*, weil er einen Ochsen darstellt, der im Morgenlande einheimisch ist, als Zugtier gebraucht wird und infolge seines interessanten Höckers dem Stuhmer Wildparke eine Anziehungskraft zu verleihen imstande war. Der Name Meerochs scheint für dieses Tier wie geschaffen. —

Der Hochmeister mag die Meerochsen als Geschenk von einem italienischen Freunde oder von seinem Ordenscomptur in Rom erhalten haben, der sie aus den benachbarten Teilen Kleinasien bezogen haben dürfte.

5. Da somit der urdeutsche Name des Zebu Meerochs ist, so hofft der erstaunlich sprachgelehrte und sehr sprachgewandte Ungar *Szalay*, daß die Naturgeschichte auch diesen Namen wieder in seine Rechte einsetzen werde, zumal das Wort Zebu nur ein Phantasieprodukt *Buffons* sei, der es einmal gelegentlich in einer Menagerie gehört habe. Th. K.

Agilität. In bezug auf die Form und den Ablauf der animalen Körperbewegung lassen sich nicht nur bei den einzelnen Spezies besondere Differenzen, sondern auch innerhalb der nämlichen individuelle Unterschiede beobachten. Diese jeweilige allgemeine Disposition in der körperlichen Bewegungssphäre hat man auch als „Agilität“ bezeichnet. Sie ändert sich bei derselben Gattung auch biologisch-gesetzmäßig. So z. B. sind junge Tiere gewöhnlich „spiellustiger“ als ältere, letztere sind aber in den funktionell wichtigen Bewegungsakten infolge der Einübung „geschickter“.

In Anbetracht des Umstandes, daß es besonders beim Menschen sehr viele „ungeschickte“ Individuen gibt, ist es nun nicht ohne Interesse zu untersuchen, welche Momente für das Kriterium der „Geschicklichkeit“ außer der Einübung etwa in Frage kommen können. Wir wissen, daß nicht jeder alle Arten der Körperbewegung, der Handfertigkeit usw. erlernt, auch ohne daß ein Mangel an entsprechender Muskelkraft und Sinnesfunktion, an gutem Willen, Ausdauer usw. vorhanden zu sein braucht. Der eine „kann“ nicht tanzen oder Schlittschuh laufen, der andere ist nicht imstande, seine Krawatte oder überhaupt eine Schleife zu binden; dieser kann nicht pfeifen, jener nicht Kegel schieben lernen. Hierbei scheint nicht selten insofern ein Zusammenhang vorzuliegen, als die Ausführung etwa eines noch nie vorgenommenen Handgriffs, falls sie das erste Mal ausgesprochen mißlingt, dann oft nicht mehr ohne größere Störung erlernbar ist. Man wird vielleicht sagen, dies sei bloßes Gerede, denn das Schreiben z. B. müsse doch schließlich ein jeder erlernen. Aber wer kann sagen, wie viele hartnäckige nervöse Schreibstörungen, die der Arzt oft noch im vorgeschrittenen Alter des Patienten zu behandeln hat, in der ursprünglichen Entstehung auf starke, einstmals schwer zu beseitigende oder auf nachwirkende psychische Hemmungen aller Art zurückzuführen sind?

Damit sind wir bei der „Autosuggestion“ und ihrer Bedeutung für die „Agilität“ angelangt. Nicht wenige nun sind geneigt, derlei psychischen Spuk als im Grunde belanglos zu betrachten in der Überzeugung, daß die absolute Notwendigkeit solcher „Einbildung“ stets ein Ende machen müsse.

Dies scheint nun nicht ganz richtig zu sein.

Eine Fertigkeit, deren Nichtausübung unter Umständen den unmittelbaren Tod zur Folge haben kann, ist z. B. das Schwimmen. Viele lernen es bekanntlich ohne jede besondere Anleitung, und noch nie ist behauptet worden, daß die Ausübung dieser körperlichen Tätigkeit, welche im wahren Sinne des Wortes für jedes Kind erlernbar ist, schwierig sei. Gleichwohl finden sich nicht sehr selten Personen, welche ungeachtet lange fortgesetzter Bemühungen und trotz eigenen earnesten Wunsches sich diese nicht aneignen konnten. Man sollte meinen, eine offenbare Lebensgefahr müsse nun, sofern die genannten psychischen Hemmungen vorliegen, diese hinwegräumen und die erfolgreiche Ausübung des erforderlichen Bewegungsmodus erzwingen. Statt weiterer Erörterung sei nun an dieser Stelle ein nach verschiedenen Richtungen hin lehrreiches und interessantes Beispiel aus der Biographie mitgeteilt.

Zu den eifrigsten Liebhabern des Wassersports gehörte *Percy Bysshe Shelley*. Der Künstler wagte sich im Segelboot auch bei unsicherem Wetter unbekümmert auf alle Arten von Gewässern. Bei diesen Segelfahrten las er häufig Werke der Dichtkunst. *Shelley* war ganz unfähig zum Schwimmen, hätte es aber sehr gern erlernt. *Edward Trelawney*, der spätere Waffengefährte *Byrons*, erzählt darüber folgendes (*Recollections of the last days of Shelley and Byron*, London 1858).

Während des Aufenthaltes in Lerici bei Pisa (1822) habe *Shelley* eines Tages zu ihm gesagt: „Warum kann ich nicht schwimmen? Es scheint so sehr einfach zu sein.“ *Trelawney* antwortete: „Weil Sie denken, daß Sie es nicht können. Wenn Sie wirklich wollen (determine), so werden Sie es können.“ Man ersieht hieraus, daß *Trelawney* ein Anhänger der Ansicht war, dieses Nichtkönnen sei lediglich ein Ausdruck von „Autosuggestion“, wie wir heute sagen, und diese sei durch entschiedene Willenskraft usw. überwindbar. In dieser Meinung glaubte er nun *Shelley* einen Dienst zu leisten, indem er ihn aufforderte, unverzüglich den Versuch zu machen, und *Shelley* sprang hierauf sogleich ins Wasser. *Trelawney* fährt alsdann in der Erzählung folgendermaßen fort: „Und da unten lag er ausgestreckt auf dem Grunde wie eine Muräne und machte nicht den leisesten Versuch heraufzukommen und sich zu retten. Er wäre ertrunken, wenn ich ihn nicht augenblicklich gepackt und herausgezogen hätte.“ *Trelawney*, der mit dem ans Unerlaubte grenzenden Scherzwort über die Situation hinwegzukommen suchte, es habe nicht viel gefehlt, so hätte er mit *Shelleys* „leerem Käfig“ nach Hause gehen müssen, war angesichts dieses unvorhergesehenen Verlaufs der Dinge augenscheinlich sehr betroffen.

Wenige Wochen später verunglückte *Shelley* bei einer seiner gewagten Bootfahrten auf dem Golf von Genua infolge Kenterns in einem Seesturme. So fand die außergewöhnliche Erscheinung dieses Dichters, im dreißigsten Lebensjahre, ihr Ende.

Man könnte vielleicht denken, *Shelley* habe bei dem geschilderten mißlungenen Versuch sich darauf verlassen, daß *Trelawney*, der ein Athlet und in allen körperlichen Übungen Meister war, ihn retten würde. Doch genügt dies offenbar nicht zur vollständigen psychologischen Motivierung.

E. J.

Zur Aitiologie des endemischen Kretinismus in Bayern, in Sachsen und in der Schweiz¹⁾. Anschließend an die Untersuchungen *Schittenhelms* und *Weichardts* hat letzterer mit *M. Wolff*²⁾ seine Studien fortgesetzt und hat durch chemische Untersuchungen ebenfalls die in früheren Untersuchungen gemachte Tatsache bestätigt, daß das Auftreten des endemischen Kropfes nicht an eine bestimmte Bodenformation gebunden ist. Zu den gleichen Anschauungen kam *Hesse*³⁾ auf Grund seiner Untersuchungen im Königreich Sachsen. Auf experimentellem Gebiet bewegen sich größtenteils die aus dem Züricher hygienischen Institut stammenden Untersuchungen von *Hirschfeld* und *Klinger*⁴⁾. Von den Ergebnissen, die an Hunderten von Ratten gewonnen wurden, können nur die wichtigsten hier hervorgehoben werden. Es scheint sich als unzweifelhaft herausgestellt zu haben, daß es in der Schweiz „in geringer Entfernung von stark kropfverseuchten Gegenden Orte gibt, wo die Kropfnoxe vollständig fehlt“. Z. B. ist das oberste Fricktal kropffrei. Aus weiteren Versuchen derselben Autoren folgt, daß die Ursache des endemischen Kropfes unmöglich in einem (belebten oder leblosen) Agens gesucht werden kann, das ausschließlich im Wasser der betreffenden Gegend vorkommt, da Kropf auch unabhängig vom Wasser zustande kommt. Im besonderen kann die chemische Beschaffenheit des Wassers, wie sie durch den geologischen Charakter des Quellgebiets bedingt ist, an sich nicht als Grund der Kropfbildung angesehen werden. Sicher scheint weiter zu sein, daß an dem in Endemiegegenden gemeinlich als Trink- und Brauchwasser von den Bewohnern verwendeten Wasser keine kropferzeugenden Eigenschaften nachweisbar sind, daß also zurzeit kein Beweis dafür besteht, daß es „Kropfwässer“ gibt. *Hirschfeld* und *Klinger* sprechen sich zum Schluß an der Hand ihrer großen Zahl von Untersuchungen dahin aus, daß der endemische Kropf nicht notwendig als eine Intoxikation chemischer oder infektiöser Natur aufgefaßt werden muß, sondern neigen mehr zu der Ansicht hin, daß er sehr wohl auf einer pathologischen Veränderung des Stoffwechsels (besonders des Eiweißstoffwechsels) beruhen könne, deren Ursache bisher noch unbekannt ist. Vielleicht liegt sogar eine „Ursache von spezifischem Charakter“ zugrunde. Es ist aber auch denkbar, daß verschiedene Ursachen zu einer pathologisch-anatomisch ähnlichen Reaktion der Schilddrüse führen können, und daß die Aitiologie des endemischen Kropfes und der übrigen zu ihm gezählten Störungen keine einheitliche wäre; oder daß gewisse allein noch nicht kropferzeugende Momente die Krankheit hervorrufen.

E. E.

¹⁾ Vgl. *E. Ebstein*, Zur Aitiologie und Geographie des endemischen Kretinismus. „Die Naturwissenschaften“ 1913. Heft 16, S. 373 f.

²⁾ *Weichardt* und *M. Wolff*, Weitere Untersuchungen über den endemischen Kropf, mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens im Königreich Bayern. Münch. med. Woch. 1916, Nr. 9.

³⁾ *Hesse*, Die Verbreitung des Kropfes im Königreich Sachsen, mit besonderer Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse. Arch. für klin. Medizin Bd. 102 (1911).

⁴⁾ *L. Hirschfeld* und *R. Klinger*, Experimentelle Untersuchungen über den endemischen Kropf. Arch. für Hygiene Bd. 85 (1916), S. 139—188.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

1. Juli. Sitzung

der naturwissenschaftlich-mathematischen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Folgende wissenschaftliche Arbeiten werden eingereicht:

1. Th. Curtius und H. Franzen: Über die chemischen Bestandteile grüner Pflanzen. 9. Mitteilung: Über einige nichtflüchtige in Wasser lösliche Bestandteile der Edelkastanienblätter. Vorgelegt von Herrn Curtius.

In den Mitteilungen 1—9 (Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 1910—1915) ist über die flüchtigen Bestandteile grüner Pflanzen (Aldehyde, Alkohole, Säuren) berichtet worden. Die Aufarbeitung der wässrigen Rückstände, ein Gemisch zahlreicher stickstofffreier und stickstoffhaltiger Körper, bietet beträchtliche Schwierigkeiten. Aus den Blättern der Edelkastanie wurden an nicht flüchtigen, wasserlöslichen Substanzen isoliert: eine Kohlehydratsäure (0,25 % der frischen Blattschubstanz), inaktiver Inosit 0,043 % der frischen Blattschubstanz (Hexahydrohexaoxybenzol), eine schön kristallisierende (phosphorfreie) Calcium-Magnesium-Verbindung des Inosits, und der besondere Gerbstoff der Edelkastanie (0,34 % der frischen Blattschubstanz). Derselbe zerfällt bei der Hydrolyse in Glukose und Ellagsäure (Dilakton der Hexaoxydiphenylcarbonsäure), während Tannin neben Glukose bekanntlich Gallussäure (Trioxycarbonsäure) liefert. Denselben Gerbstoff fanden wir in der Rinde der Edelkastanie, 1,25 %. Die Kohlehydratsäure fand sich nur in den Blättern. Die stickstoffhaltigen Körper (Amidosäure usw.) konnten bisher noch nicht getrennt werden.

2. O. Perron: Neue Existenzsätze für implizite Funktionen. Vorgelegt von Herrn Stäckel. Ist $F(x, y)$ eine reelle, stetige Funktion der reellen Veränderlichen x und y , die mit x und y verschwindet,

und die eine stetige partielle Ableitung nach y besitzt, so definiert bekanntlich die Gleichung $F(x, y) = 0$ eine eindeutige, stetige für $x = 0$ verschwindende Funktion y von x , wenn die Voraussetzung erfüllt ist, daß jene partielle Ableitung bei verschwindenden x und y selbst von Null verschieden ist. Dagegen liegen für den Fall, daß die partielle Ableitung nach y gleich Null ist, bis jetzt, von ganz speziellen Fällen abgesehen, keine Untersuchungen vor. Der Verfasser versucht, in dieser Richtung vorzudringen. Er behandelt zunächst den Fall, daß die zweite und darauf, allgemeiner, daß die n -te partielle Ableitung von $F(x, y)$ nach y die niedrigste ist, die am Nullpunkte nicht verschwindet, und es gelingt ihm, einige hinreichende Bedingungen für die Existenz oder Nichtexistenz der impliziten Funktion y aufzustellen.

Es folgen Besprechungen über geschäftliche Angelegenheiten, geplante Unternehmungen, sowie Mitteilungen des Vorsitzenden.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

13. Juli.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Waldeyer.

Herr Liebisch sprach über *Optische Beobachtungen am Quarz*. Zusammengesetzte Kristalle von Quarz, in denen sich Teilkristalle mit entgegengesetztem optischen Drehungsvermögen berühren, können im konvergenten polarisierten Licht charakteristische Interferenzerscheinungen hervorrufen. Bisher ist nur die Kombination von zwei Teilkristallen näher untersucht worden. Um Interferenzerscheinungen zu gewinnen, die durch eine wachsende Anzahl übereinanderliegender Teilkristalle entstehen, wurde eine Reihe von Plattenkombinationen hergestellt, deren Wirkungen durch photographische Aufnahmen festgelegt wurden. Durch dasselbe Verfahren konnte der Schichtenbau des Amethyst an Platten aus ungewöhnlich regelmäßig gebildeten Kristallen vollständiger, als es früher möglich war, ermittelt werden.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Meteorologische Zeitschrift; Heft 6, Juni 1916.

Der Variationsindex; von V. Láská. Die zweite Differenz mit entgegengesetzten Vorzeichen genommen und ihrer Eigenschaften wegen der Variationsindex genannt, erweist sich als besonders geeignet, die in einer Zahlenreihe vorhandenen Periodizitäten aufzudecken. Die als Beispiel verwendete Berliner Temperaturreihe zeigt neben der Sonnenfleckenperiode noch eine 8-jährige Periodizität. Zum Schlusse wird eine graphische Methode zur Bestimmung der Periodizitäten mitgeteilt und eine Fortsetzung der Arbeit angekündigt.

Zodiakallicht und Dämmerungsschein; von Friedr. Schmid. Unter diesem Titel bringt F. Schmid im Juniheft der Meteorolog. Zeitschrift das Resultat seiner langjährigen Untersuchungen. Von der Auffassung ausgehend, daß das Zodiakallicht den äußersten Dämmerungsbogen unserer abgeplatteten Erdatmosphäre darstelle, untersuchte der Forscher die Frage, ob sich auch schon in den tiefer liegenden Atmosphärenschichten, d. h. im Dämmerungsphänomen im allgemeinen Spuren dieser Abplattung konstatieren lassen. Das Resultat ist entschieden positiv. Sowohl im Übergange vom Zodiakallicht zur Dämmerung, als auch umgekehrt, haben sich auffallend enge Beziehungen herausgestellt. Ferner bringt uns der Übergang vom Winterzodiakallicht zum sommerlichen Norddämmerungsbogen des Hochsommers und von diesem zurück zum Winterzodiakallicht alle Zwischenstufen vom gleichschenkligen Dämmerungsbogen zur Zodiakallichtform. Zudem ist

der sommerliche Norddämmerungsbogen des Hochsommers selbst um Mitternacht nicht senkrecht über dem Sonnenorte, sondern stark nach Süden verschoben. Selbst im Dämmerungsphänomen der noch tiefer liegenden Atmosphärenschichten, beim „klaren Fleck“ und beim „Purpur“, kann namentlich während der Zodiakallichtperiode eine Südverschiebung zum Sonnenazimut fühlbar werden. Zu dieser Zeit erscheint der Purpur hin und wieder pyramidenförmig und sichtlich gegen Süden geneigt. Die Beobachtungen wurden in der Schweiz unter 47° nördl. Br. gewonnen.

Ausstrahlung und Reflexion an Wasserflächen; von Wilhelm Schmidt. Diese Arbeit führt eine frühere, die in der Meteorologischen Zeitschrift, 33, S. 111 (1916) veröffentlicht war, weiter. Dort war die Strahlung gegen kugelförmige Flächen berechnet worden, hier wird die Strahlung der ebenen Wasseroberfläche bestimmt. Diese beträgt 0,902 der Strahlung eines schwarzen Körpers von der Temperatur des Wassers. Auf Grund neuerdings veröffentlichter Beobachtungen der Gegenstrahlung des Himmels von verschiedenen Höhenwinkeln her läßt sich auch der Verlust davon bestimmen, den die Wasserfläche durch ihr Reflexionsvermögen erleidet. Darnach dringen von der Gegenstrahlung des Himmels 0,89 oder etwas mehr in das Wasser ein. Die effektive Ausstrahlung der Wasserfläche, d. i. der Überschuß der Ausstrahlung über den Anteil der Gegenstrahlung, der in das Wasser eindringt, hält sich unter den verschiedensten äußeren Verhält-

nissen auf beiläufig demselben Wert. Für eine frühere Aufstellung des Wärmehaushalts der Ozeane¹⁾ folgt daraus, daß die Verdunstung des Weltmeeres noch niedriger anzusetzen wäre, als geschehen war; die dort gemachte Angabe, die errechneten Werte seien obere Grenzen, wird dadurch bekräftigt.

Der feucht-adiabatische Temperaturgradient; von H. U. Sverdrup. Auf Grundlage der Differentialgleichungen der adiabatischen Zustandsänderungen gesättigter feuchter Luft und mit Hilfe der neuesten Werte für den Sättigungsdruck des Wasserdampfes als Funktion der Temperatur ist der feucht-adiabatische Temperaturgradient als Funktion von Druck und Temperatur berechnet worden. Die Haupttabellen enthalten die Werte des Temperaturgradienten für den Fall, daß kein Wasser in kondensierter Form vorhanden ist; mit Hilfe der Korrektortabellen kann der Einfluß des in fester oder flüssiger Form vorkommenden Wassers auf den Temperaturgradienten berücksichtigt werden.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 4, 1916.

Über die Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle in den westlichen Mittelmeerländern; von W. R. Eckardt. Die Hauptaufgabe der Untersuchung ist es vor allem, an der Hand einer Anzahl synoptischer Witterungskarten eine tiefgreifende Auffassung von den Ursachen der jahreszeitlichen Regenfälle zu geben, als sie mit bloßer Zuhilfenahme der rein klimatologischen statistischen Methode möglich ist. Nach dieser Richtung hin wird das westliche Mittelmeergebiet zum ersten Male einer Betrachtung unterzogen, und zwar sind es die Länder: Spanien, Portugal, Südfrankreich, Italien und die Atlasländer, in deren kontinentaleren Gebietsteilen mehr die Frühlingsregen vorwiegen, während sich die Küstengebiete mehr durch Herbstregen auszeichnen; z. T. ist auch der Winter selbst die feuchteste Jahreszeit, während der Sommer überall die absolut trockenste ist.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 5, 1916.

Bewegungen des Tiefenwassers an der Küste von Bohuslän im November 1915; von H. Pettersson. Enthält die Resultate der ersten bisher ausgeführten systematischen Daueruntersuchung in größerem Maßstabe der internen Bewegungen im Meer (auf Vorschlag des Verfassers von Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionen ausgeführt). Bei zwei festen Stationen an der Küste von Bohuslän wurden täglich Wasserproben in verschiedenen Tiefen genommen während November 1915 sowie an drei landfernen Punkten etwa jeden dritten Tag. Die Resultate zeigen einen unzweifelhaften Parallelismus zwischen den großen (30 bis 40 Meter), langsamen Fluktuationen der Schichten verschiedenen Salzgehalts. Darauf superponieren sich aber individuelle, örtlich verschiedene Schwankungen von ein paar Tagen Dauer. Im Anschluß an frühere Untersuchungen von G. Ekman und O. Pettersson wird ein Zusammenhang konstatiert zwischen den bedeutendsten Fängen von Heringen mit den generellen internen Bewegungen. Mit der Barometerkurve zeigen diese Fluktuationen einen auffallenden Parallelismus. Eine Wiederholung der Untersuchung in größerem Maßstabe und mit besonders ausgearbeiteter Technik wird in Aussicht gestellt.

Die Benutzung von stereographischen Gradnetzen in der Nautik; von P. Ribbesell. Mit der Erreichung immer größerer Geschwindigkeiten durch unsere See- und Luftschiffe tritt der Wunsch auf, an Stelle der loxodromischen Nautik, die die Meridiane unter gleichen Winkeln schneidende Linien (Loxodromen) benutzt, zur orthodromischen Nautik überzugehen, die die wirklich kürzesten Linien (Orthodromen) benutzt. Als einfachste Hilfsmittel werden stereographische Gradnetze empfohlen, auf denen Kurs- und Distanz-

messungen mit einem näher beschriebenen Instrument, das gleichzeitig Lineal, Zirkel und Transporteur ist, vorgenommen werden können.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 6, 1916.

Neue ozeanographische Forschungen an der Ostküste der Vereinigten Staaten; von W. Bronncke. In der Arbeit werden die von Bigelow in den Jahren 1912 und 1913 im Golf von Maine und längs der Küste zwischen Kap Cod und Chesapeake Bai ausgeführten Arbeiten eingehend besprochen. Die von Bigelow in Faden und Fahrenheitgraden veröffentlichten Werte wurden für eine große Zahl von Stationen umgerechnet und neue Quer- und Längsschnitte sowie eine Tiefenkarte des Gebiets entworfen. Von den Ergebnissen ist hervorzuheben, daß die niedrige Temperatur der Küstengewässer weder durch Auftrieb noch durch eine Strömung aus nördlichen Breiten zu erklären ist, sondern vornehmlich durch klimatische Einwirkung des benachbarten Landes. Das Wasser auf dem Schelf nördlich von Chesapeake Bai und im Golf von Maine ist nicht einheitlicher Herkunft, es ist zusammengesetzt aus Wasser aus dem St.-Lorenz-Golf, Landwasser und Wasser aus den Oberflächenschichten des Golfstroms.

Über die Meteorologie des südlichen Rossmeres und die Meereshöhe des Südpolarplateaus; von E. Barkow. Besprechung der meteorologischen Ergebnisse der Amundsen-Südpolarexpedition, bearbeitet von H. Mohn. Aus der Diskussion kann der Schluß gezogen werden, daß die Meereshöhe des Südpols etwa 3—400 m größer ist, als die Mohnsche Berechnung (2454 m) ergibt. Die Frage nach der Luftdruckverteilung, ob zyklonal oder antizyklonal, muß daher noch offen bleiben. Aus den klimatologischen Mittelwerten der norwegischen und englischen Expeditionen kann die wichtige aerologische Folgerung gezogen werden, daß über der Rossbarriere im Winter eine außerordentlich mächtige Temperaturumkehr herrschen muß (im August 1911 mindestens um 25°) und im Sommer geringe vertikale Temperaturgradienten.

Über die meteorologischen Arbeiten der deutschen Südpolarexpedition 1901 bis 1903; von W. Meinardus. Im verflossenen Jahre ist mit der Herausgabe eines Atlas die Veröffentlichung des meteorologischen Beobachtungsmaterials der deutschen Südpolarexpedition und der Internationalen Meteorologischen Kooperation zum Abschluß gekommen. Außer dem Atlas enthalten die Bände III und IV des 16-bändigen, von E. von Drygalski herausgegebenen Südpolarwerkes (Berlin, Georg Reimer) die meteorologischen Ergebnisse der Expedition. Der eine Band bringt die stündlichen Einzelwerte der meteorologischen Elemente an der Winterstation des „Gauß“, an der Kerguelenstation und auf der Seefahrt des Schiffes. Der andere, noch nicht abgeschlossene Band ist den aus den Beobachtungen hervorgehenden Untersuchungen gewidmet. Der Atlas veranschaulicht auf 913 täglichen synoptischen Karten die Witterungsverhältnisse südlich von 30° s. Br. vom 1. Oktober 1901 bis 31. März 1904.

Beobachtungen über die Sichtigkeit der Luft; von G. Rinicke. Die Arbeit zeigt, wie einfach genaue Beobachtungen der Sichtweite angestellt werden können, anstatt der gebräuchlichen, aber ganz unbestimmten Angaben: sehr sichtbar, dunstig, Nebel. In einer kleinen Tabelle führt sie die Abhängigkeit der Sichtweite von der Jahreszeit vor, bespricht die Abhängigkeit der Sichtweite von der Tageszeit und ihren Zusammenhang mit Windrichtung und -stärke, um daran festzustellen, daß man durch Einrichtung von Sichtweitenbeobachtungen zu praktischen Ergebnissen kommen würde.

Eine Taschenuhr, die gleichzeitig mittlere Sonnenzeit und Sternzeit angibt; von J. Möller. Professor Strömberg und Jens Olsen aus Kopenhagen haben ein Patent auf eine Uhr genommen, die gleichzeitig mittlere Sonnenzeit und Sternzeit angibt. Bei dieser Uhr spielen nur die beiden Minutenzeiger über das große Zifferblatt, während für Stunden- und Sekundenzeiger

¹⁾ Annal. Hydr. mar. met. 93, 111, 169 (1915).

besondere Zifferblätter vorgesehen sind. Die beiden Zeiten können beliebig gemeinsam oder für sich einzeln verstellt werden. Man kann also den Uhrstand korrigieren, indem man einfach den Sonnenzeitgeber vorschiebt; dann korrigiert sich die Sternzeit von selbst mit. Man kann aber auch durch Betätigung eines Hebels beide Zeiten getrennt einstellen, z. B. wenn die Uhr lange gestanden hat, oder wenn Sonnen- und Sternzeit für verschiedene Meridiane gelten sollen.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland. 3. Häfen am südlichen Teile der Ostküste Neufundlands. (Amtlich.) Fortsetzung.

Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere; Band 39, Heft 3, 1916.

Studien am Integument der Reptilien. VII. Bau und Entwicklung der Eidechsenkrallen; von W. J. Schmidt. Die Spitze der Eidechsenkralle besteht aus ineinander geschachtelten Hornkegeln (auf dem Querschnitt konzentrische Schichtung, auf dem Längsschnitt Zusammensetzung aus zwei übereinander liegenden, von verschiedenen Stellen der Matrix gelieferten Schichten!), deren Bildung an die Gegenwart einer Krallenrinne oder -röhre geknüpft ist, und deren Bedeutung in der Erzeugung einer widerstandsfähigen und dauernd scharfen Spitze liegt. Die tiefe röhrenartige „Sohlenhöhle“ mancher Krallen ist von lamellosem „Ausfüllungshorn“ erfüllt. Ob und wie die Kralle pigmentiert ist, hängt von der Anwesenheit und der Verteilung von Melanophoren im Matrixgebiet ab. Hinsichtlich der Krallenentwicklung, die entsprechend dem Bau der fertigen Kralle eigenartiges Verhalten darbietet, muß ebenso wie betreffs der Histologie der Krallen, ihrer Ausbildung bei verschiedenen Familien u. a. m. auf die Arbeit selbst verwiesen werden. Hier sei nur noch erwähnt, daß den Eidechsenkrallen ein embryonales Anhangsgebilde (Krallenpolster) zukommt, das eine Wucherung des Sohlenhorns darstellt, vermöge seiner Form und Lage die Krallenspitzen sichert und daher wohl als Schutzorgan den Embryo vor Verletzungen durch die eigenen Krallen bewahrt.

Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere; Band 39, Heft 4, 1916.

Über die Metamorphose von Trichosticha flavescens; von Erna Dette. Larve und Puppe dieser Tipulide leben im Schlamm zwischen Wurzeln. Die Larve nimmt ähnlich der Larve von Donacia Sauerstoff mittels häkchenförmiger Stigmen aus den Luftgängen von Pflanzenwurzeln. Die Sauerstoffaufnahme der Puppe erfolgt in ähnlicher Weise durch die Prothorakalhörnchen. Häutungsdrüsen und ihnen auf der Ventralseite benachbarte große Fettzellen erforderten besonderes Interesse. Häutung in ungewöhnlicher Weise durch Platzen der Haut am Hinterende.

Die Gattungen Podocoryne, Stylactis und Hydractinia; von A. Goette. Das Wurzelwerk dieser Tiere ist z. T. sehr kompliziert gebaut und gehört zu ihren wichtigsten Merkmalen. Die Stacheln sind nur teilweise rückgebildete Individuen, im übrigen reine Skelettbildungen. Die verschiedenen Gonanthratypen gehen selbst innerhalb einer Spezies ineinander über und stellen im Genus Hydractinia eine progressive Reihe von Sporosac bis zum Medusoid und damit eine Vorfahrenreihe der Hydromedusen dar.

Annalen der Physik; Heft 11, 1916.

Über die Absorption der schwarzen Strahlung im Wasserdampf und CO₂-Gehalt der Luft; Über die Verwendung von Ruß und Platinmohr als Schwärzungsmittel bei absoluten Strahlungsmessungen; Die Konstante des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes

(neue absolute Messungen zwischen 20° und 450° C); von W. Gerlach. Neue Messungen der Konstanten σ der Gesamtstrahlung des schwarzen Körpers ($S = \sigma J^2$) ergeben zwischen 20° und 450° C $\sigma = 5,85 \times 10^{-12}$ Watt cm⁻² Grad⁻⁴, mit einem Fehler von höchstens 1–1½ %. — Es wird der Einfluß des CO₂- und H₂O-Gehalts der Zimmerluft untersucht: während auf einer Strecke von 33 cm Wasserdampf nur wenig absorbiert, beträgt die Absorption der Kohlensäure bei 1/1000 at Partialdruck bei Strahlungstemperaturen von 200–400° bis zu 1,2 %. Diese Korrektur wird für jede Strahlentemperatur bestimmt, und so vollkommene Übereinstimmung der σ -Werte im ganzen Temperaturbereich erzielt. — Als Schwärzungsmittel der Empfänger darf nur Platinmohr verwandt werden, da Ruß (vor allem bei niederem Druck) wegen seiner schlechten Wärmeleitfähigkeit Fehler bis zu 20 und mehr Prozent (und zwar zu klein) bedingen kann.

Über die ultrarote Strahlung einer dünnen Metallplatte; von C. W. Oseen. Verfasser sucht eine einwandfreie Begründung der in einem früheren Aufsatz kritisierten Lorentzschen Theorie zu geben.

Neue Lichtströmungen bei Totalreflexion. Beiträge zur Kenntnis des Poyntingschen Vektors (2. Mitteilung); von A. Wiegrefe. Einen tieferen Einblick in das Wesen der Totalreflexion erhält man dadurch, daß man den Poyntingschen Vektor im 2. Medium in 2 Teile zerlegt, entsprechend dem einfallenden und reflektierten Licht. Das ist die Einkleidung der Fresnelschen Vermutung in ein mathematisches Gewand, denn die Lichtstrahlen werden so im 2. Medium Gerade, ganz wie die einfallenden und reflektierten Strahlen im 1. Medium.

Versuche über die Sichtbarmachung von Lichtströmungen durch die Einfallsebene im isotropen Medium bei Totalreflexion; von H. Rose und A. Wiegrefe. Die Versuche, deren theoretische Grundlage in der vorhergehenden Arbeit und in früheren gegeben, haben wegen der Schwierigkeit der Beobachtung noch nicht zu einem klaren Erfolge geführt.

Kurzwellige ultrarote Eigenfrequenzen der Sulfate und Karbonate; von Cl. Schaefer und Martha Schubert. Die Eigenschwingungen der Sulfate bei ca. 9 μ und 16 μ werden bei 45 verschiedenen Sulfaten, die der Karbonate bei ca. 6 μ , 11 μ , 14 μ bei 15 Karbonaten untersucht. Die Struktur derselben, ihre Zuordnung zu den verschiedenen Polarisationsrichtungen und der Zusammenhang mit der allgemeinen Raumgittertheorie wird festgestellt. Zusammenhang zwischen ultravioletten und ultraroten Eigenschwingungen.

Zum optischen Verhalten des Kristallwassers; von Cl. Schaefer und Martha Schubert. Das Reflexionsmaximum des Kristallwassers bei 3,2 μ ist bei allen Kristallen im Vergleich zu dem des freien Wassers nach längeren Wellen verschoben, ebenso wie in hydratisierten Lösungen (Theorie der Hydratverbindungen von Werner). In anisotropen Kristallen ist überdies das Kristallwasser anisotrop; das Kristallwasser fügt sich der Symmetrie des Kristalles ein.

Über die Eigenschwingungen freier Kreiselmoleküle; von F. Krüger.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Juni 1916.

Benutzung des Löwescchen Wasserinterferometers zur Bestimmung von Brechungsponenten; von Richard Gans und Margarete Bose. Die Verfasser eichen ihr Instrument für drei homogene Farben, so daß auch Dispersionsmessungen bequem möglich sind, und klären eine Anomalie auf, welche von Marc bei der Untersuchung verdünnter Gelatinelösungen unter Anwendung des Löwescchen Interferometers beobachtet war. Die Differenz des Brechungsindex der Lösung gegenüber dem des Lösungsmittels findet sich genau proportional der Konzentration der gelösten Substanz.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin-W. 9.

Heft 33.

18. August 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Das Gedächtnis der Materie. Von Prof. Dr. Th. von Kármán, Aachen. S. 489.

Die Dinosaurier und Ornithischier Nordamerikas. Von Prof. Dr. O. Abel, Wien. (Schluß.) S. 494.

Ueber die Fortschritte in der Kenntnis vom Wesen und Klima der diluvialen Eiszeit. Von Dr. Wilh. Eckardt, Essen. S. 498.

Zoologische und botanische Mitteilungen:

Bau und Leben des Gelbrandes. Klima und Körpergröße bei Säugern und Vögeln. Herkunft der Gallenfarbstoffe. Ueber eine nach den Mendelschen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der *Mirabilis Jalapa*. Ueber den Einfluß der abgetöteten Hefe auf die Verdauungsfermente. Bakterienmutationen, Allogonie, Klonumbildungen. S. 502–504.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 505.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 47, H. 6 u. 7. S. 505.

Archiv für Naturgeschichte, Abteilung A, 1915, H. 8. S. 506.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, 1916, Bd. 32, H. 4. S. 506.

Biochemische Zeitschrift, 1916, Bd. 75, H. 1.2. S. 506.

Annalen der Physik, 1916, H. 12. S. 507.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 12. S. 507.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, Juli 1916. S. 508.

Geographische Zeitschrift, 1916, H. 5. S. 508.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1916, Bd. 115, H. 4. S. 508.

Zeitschrift für Botanik, 1916, Jahrg. 8, H. 4/5 u. 6. S. 508.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort

von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschienen:

Untersuchungen über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen (1903—1916)

von

Carl Dietrich Harries

Mit 18 Textfiguren

Preis M. 24.—; in Halbleder gebunden M. 27.80

Vor kurzem erschienen:

Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation

Von

Professor **Dr. Paul Hoering**, Berlin

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Inhaltsverzeichnis:

Erster Teil: Allgemeiner Teil.

- I. Torf.
- II. Moore.
- III. Moorstatistik.
- IV. Moorkultur.

Zweiter Teil: Chemischer Teil.

A. Chemie des Torfes.

- I. Die allgemeinen und physikalischen Eigenschaften des Torfes.
- II. Chemische Untersuchung des Torfes.
- III. Die Humussäuren und ihre Eigenschaften.
- B. Chemie der Destillationsprodukte.
 - 1. Teil. Gewinnung der Destillationsprodukte.
 - 1. Laboratoriumsversuche.

- II. Technische Versuche im großen.
 - 2. Teil. Untersuchung der Destillationsprodukte.
 - I. Der Torfkoks.
 - II. Der Torfteer.
 - III. Torfgas und Torfschmelzwasser.

Dritter Teil: Technischer Teil.

A. Einführung.

- B. Gewinnung und Verwertung des Torfes.
 - I. Entwässerung und Formverbesserung. (Torfbrikettierung.)
 - II. Der Torf als Brennstoff.
 - III. Verkohlung.
 - IV. Torfvergasung.
 - V. Zentralisierung der Torfverwertung im Moore.
 - Schlußbetrachtungen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

18. August 1916.

Heft 33.

Das Gedächtnis der Materie.

Von Prof. Dr. Th. von Kármán,
z. Z. im k. u. k. Heere.

E. Du Bois-Reymond hat auf Grund eines Laplaceschen Gedankens¹⁾ die höchste, ideale Aufgabe des Naturerkennens darin zusammengefaßt, daß es aus augenblicklichen Werten der Weltparameter, d. h. der Größen, die den momentanen Zustand der Welt völlig bestimmen, die Ermittlung ihres zeitlichen Verlaufes für alle Zeiten ermöglicht. Es ließe — meint Du Bois — eine Stufe der Naturerkenntnis sich denken, auf welcher der ganze Weltvorgang durch eine mathematische Formel, durch die Lösung eines unermesslichen Systems simultaner Differentialgleichungen vorgestellt würde.

Nach dieser Auffassung gestaltet sich die Lösung eines mathematisch-physikalischen Problems etwa nach dem folgenden Schema:

Es seien q_1, q_2, \dots, q_n jene Größen, die den Zustand des betrachteten Systems völlig bestimmen. Diese Größen — Parameter des betreffenden Systems genannt — sind durch sogenannte Differentialgesetze miteinander verknüpft, d. h. durch Beziehungen, die die zeitliche Änderung, die zeitlichen Differentialquotienten derselben durch ihre augenblicklichen Werte bestimmen. Die Naturgesetze haben somit die Gestalt:

$$\frac{dq_1}{dt} = f_1(q_1, q_2, \dots, q_n),$$

$$\frac{dq_2}{dt} = f_2(q_1, q_2, \dots, q_n),$$

$$\frac{dq_n}{dt} = f_n(q_1, q_2, \dots, q_n),$$

wobei die f gegebene Funktionen der q sind. Die Aufgabe, das Naturgeschehen zu beschreiben oder

¹⁾ „Ein Geist,“ sagt Laplace (Essai philosophique sur les probabilités, Paris 1814), „der für einen Augenblick alle Kräfte kennt, welche in der Natur wirksam sind und die gegenseitige Lage der Wesen, aus denen sie besteht, wenn sonst er umfassend genug wäre, um diese Angaben der Analysis zu unterwerfen, würde in derselben Formel die Bewegungen der größten Weltkörper und des leichtesten Atoms begreifen: nichts wäre ungewiß für ihn und Zukunft wie Vergangenheit wäre seinem Blicke gegenwärtig. Der menschliche Verstand bietet in der Vollendung, die er der Astronomie zu geben gewußt hat, ein schwaches Abbild solchen Geistes dar.“ — Würde er — der Laplacesche Geist, fügt Du Bois-Reymond dazu — $t = -\infty$ in seine Formel setzen, so enthüllte sich ihm der rätselhafte Urzustand der Dinge. Ließe er t im positiven Sinn unbegrenzt wachsen; so erführe er, ob Carnots Satz erst nach unendlicher oder schon nach endlicher Zeit das Weltall mit einigem Stillstande bedroht. Ein vor- und rückwärts gewandter Prophet wäre ihm, wie schon d'Alembert in

aber „vorauszusagen“, besteht nun in der Integration dieser Differentialgleichungen, d. h. in der Berechnung der q als Funktionen der Zeit t für alle Werte von t , falls wir die Parameter q für einen einzigen Zeitpunkt t_0 angeben.

Der erste Einwand gegen diese Formulierung der Naturgesetze und der naturwissenschaftlichen Probleme besteht darin, daß die wenigsten Systeme, geschweige denn die ganze Welt, durch endlich viele Parameter sich bestimmen lassen. Es ist z. B. klar, daß schon der Temperaturzustand oder der elastische Spannungszustand eines einzigen Körpers nur in Ausnahmefällen (Temperaturgleichgewicht, gleichmäßiger Spannungszustand usw.) sich durch endlich viel Zahlen vollständig bestimmen lassen, vielmehr muß man im allgemeinen die Temperatur, die Spannungen in jedem Punkte, d. h. als Ortsfunktionen, angeben, um den Zustand vollständig festzulegen. Dieser Einwand berührt jedoch nicht das Wesen der Frage, weil das obige Schema in einfacher Weise so erweitert werden kann, daß wir die Größen q als Ortsfunktionen auffassen. Die Naturgesetze würden dann die zeitliche Änderung dieser Ortsfunktionen völlig festlegen durch ihre momentanen Werte in dem gesamten betrachteten Gebiet, bzw. durch ihre örtlichen Schwankungen („örtliche Differentialquotienten“), d. h. durch unendlich viel Größen, die sich jedoch immerhin auf einen und denselben Zeitpunkt t_0 beziehen.

Der Kernpunkt der von Du Bois-Reymond aufgeworfenen Frage bleibt somit durch diesen Einwand unberührt; sie kann vielmehr allgemeiner folgendermaßen formuliert werden:

Ist die Änderung eines Zustandes völlig bestimmt durch den augenblicklichen Zustand? Oder mathematisch gesprochen: Sind die Naturgesetze restlos durch Differentialgleichungen darzustellen?

Wäre es dem so, so könnte man doch für ein sogenanntes „abgeschlossenes System“ wenigstens mit der Annäherung, mit der das System als von der übrigen Welt abgeschlossen betrachtet werden kann, das Naturgeschehen auf ewige Zeiten voraussagen, falls man einen augenblicklichen Zustand vollständig kennt und durch geeignete Experimente sich in die Kenntnis der „Naturgesetze“, d. h. jener Differentialgleichungen, gesetzt hat.

Ich zweifle nicht daran, daß ein großer Teil

der Einleitung zur Enzyklopädie, Laplaces Gedanken im Keime hegend, es ausdrückte, „das Weltganze nur eine einzige Tatsache und Eine große Wahrheit“. (Vgl. E. Du Bois-Reymond „Über die Grenzen des Naturerkennens“, Leipzig 1872.)

unserer Naturforscher die bejahende Antwort auf die oben gestellte Frage für so selbstverständlich hält, daß die meisten sich gar nicht die Frage gestellt haben. Die Du Boissche Auffassung leistet ihnen sozusagen die Garantie, daß die Ergebnisse ihrer Forschungen verpflichtend sind. Es ist z. B. ein interessantes Zeichen dafür, wie wenig man im allgemeinen daran zweifelt, daß das Geschehen, und zwar sowohl in der Natur als im Seelenleben, durch Gesetze der oben geschilderten Art geregelt ist, daß ein bedeutender französischer Vertreter der mathematischen Physik für notwendig erachtet hatte, das „Prinzip des freien Willens“ mit der bindenden Kraft der als Differentialgleichungen ausdrückbaren Gesetze in Einklang zu bringen. Augenscheinlich führt die Annahme solcher Gesetze für das Seelenleben des Menschen zum Determinismus, da durch den augenblicklichen Zustand der zeitliche Verlauf für alle Zeiten bestimmt wird, ohne daß ein freier Wille innerhalb des Systems sich betätigen und den Kurs ändern könnte. Scheinbar ist man rettungslos dem Determinismus verfallen.

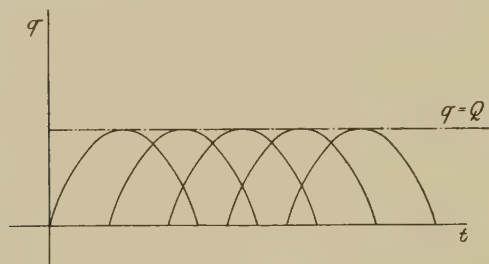


Fig. 1.

Der erwähnte Physiker, J. Boussinesq, hat nun die witzige Bemerkung gemacht, daß aus der Existenz der Differentialgesetze, wie wir die Naturgesetze, die sich als Differentialgleichungen ausdrücken lassen, kurz bezeichnen wollen, keineswegs die Eindeutigkeit ihrer Lösungen folgt, und ein mit freiem Willen begabtes Wesen gewissermaßen die allerdings beschränkte Wahl zwischen verschiedenen Lösungen der Differentialgesetze haben kann. Wir wollen z. B. die zeitliche Änderung eines einzigen Parameters q verfolgen. Besteht für diese eine Differentialgleichung von der Form

$$\frac{dq}{dt} = f(q),$$

so ist die allgemeine Lösung dargestellt durch eine Kurvenschar aus unendlich vielen Kurven, die durch Parallelverschiebung auseinander entstehen. Die Neigung der Kurve (der Differentialquotient) ist dann eben für gleiche q dieselbe, wie die Differentialgleichung es fordert. Diese Kurvenschar mag z. B. den in Fig. 1 dargestellten Charakter haben. Alsdann sieht man, daß außer diesen Kurven auch die „Einhüllende“ (Envelope) der Kurvenschar, die Gerade $q = Q$, eine Lösung der Differentialgleichung darstellt.

In der Tat ist die Tangente der einzelnen Kurven in jedem Punkte, wo die Einhüllende berührt, horizontal, d. h. $\frac{dq}{dt} = 0$. Ist also Q die Lösung der gewöhnlichen Zahlengleichung

$$f(q) = 0,$$

so wird die Differentialgleichung durch $q = Q = \text{constans}$ offenbar befriedigt. Nun — so sagt Boussinesq —, wenn auch das System stets an eine Lösung der Differentialgleichung sich halten muß, so steht doch nichts im Wege, in einem geeigneten Augenblicke die bisher befolgte Lösung zu verlassen, die Einhüllende (die sog. „singuläre Lösung“) zu betreten und durch diese Brücke gewissermaßen auf eine andere beliebig frei gewählte Lösung überzugehen. Die singuläre Lösung ist somit das mathematische Symbol für den freien Willen.

Zweifellos ist die hier dargestellte „mathematische Theorie des freien Willens“ für nicht viel mehr als ein Spiel mit mathematischen Begriffen einzuschätzen, insbesondere wenn man beachtet, daß erstens das Seelenleben wohl kaum je durch zahlenmäßige Angaben und Beziehungen erschöpft werden kann, und zweitens, daß es nicht einmal im Bereiche der einfachsten physikalischen Erscheinungen gelingt, die Naturgesetze restlos in Form von Differentialgleichungen zu fassen, daß wir Erscheinungen begegnen, die überhaupt die Möglichkeit einer solchen Darstellung scheinbar ausschließen.

Über diesen Punkt wollen wir in den folgenden Zeilen etwas näher berichten.

Wilhelm Weber hat zuerst die Aufmerksamkeit auf die Tatsache gelenkt, daß ein elastischer Körper, z. B. ein Draht oder ein Faden, einmal gedehnt und plötzlich entlastet, erst allmählich die ursprüngliche Gestalt zurückgewinnt. Diese Erscheinung, die schlechthin „elastische Nachwirkung“ genannt wird, fordert somit eine Abänderung des sog. Hookeschen Gesetzes, nach welchem Kraftwirkung und Deformation elastischer Körper proportional sind, und zwar hilft es auch nicht, wenn man die Proportionalität — die ja offenbar nur als eine Annäherung zum wahren gesetzmäßigen Zusammenhang gedacht ist — durch eine allgemeine funktionale Beziehung zwischen den beiden Größen Spannung und Dehnung (Kraft und Formänderung) ersetzt. Offenbar handelt es sich hier um eine grundsätzliche Abweichung; die Erscheinung der elastischen Nachwirkung zeigt, daß überhaupt keine eindeutige und wechselseitige Beziehung zwischen den beiden Größen besteht, weil doch beim Verschwinden der Spannung die Deformation nicht gleichzeitig verschwindet, sondern den Bereich bis zum ursprünglichen Nullwert nach einer zunächst unbekannten, aber offenbar genau bestimmten zeitlichen Gesetzmäßigkeit durchläuft. Die Ermittlung dieser Gesetzmäßigkeit hat, da zumal ähnliche „Nachwirkungser-

scheinungen“ fast in allen Gebieten der physikalischen Erscheinungen auftreten, seitdem sowohl die Experimentalphysiker als die Theoretiker oft und lebhaft beschäftigt.

Die einfachste und natürlichste Vorstellung, um die erwähnte Erscheinung begreiflich zu machen, ist die von der *inneren Reibung*. Man denke einen Draht oder z. B. eine Gummischnur durch ein Gewicht belastet und gedehnt; wird jetzt das Gewicht plötzlich weggenommen, so ist zwar die Spannung, die das Gewicht hervorgerufen hat, bestrebt, den Draht wieder zusammenzuziehen, wenn jedoch die einzelnen Teile in der Bewegung durch eine gegenseitige, d. h. innere Reibung gehindert werden, so bedarf es dazu einer gewissen Zeit, die Deformation wird nur verzögert dem Spannungswechsel folgen. Genau so, falls ein unbelasteter Körper plötzlich belastet wird, so wird er nicht sofort die endgültige Gestalt annehmen, sondern erst verzögert der Belastung folgen. Die Erscheinung der elastischen Nachwirkung, soweit sie sich in einer „verzögerten Deformation“ äußert, kann somit durch die Vorstellung der inneren Reibung erklärt werden. Führt man gewisse Annahmen über die Abhängigkeit der inneren Reibung von der Deformationsgeschwindigkeit ein, wobei man sich am einfachsten durch Analogien mit der inneren Reibung von Flüssigkeiten und Gasen leiten läßt, so gelangt man zu Resultaten, die sich auch quantitativ mit der Erfahrung vergleichen lassen.

Nun kommen aber, wenn man den Bereich seiner Beobachtungen erweitert, Erscheinungen vor, welche wieder grundsätzlich einer solchen Vorstellung sich nicht fügen, obwohl sie offenbar auf dieselbe Quelle zurückzuführen sind als die verzögerte Deformation. Man denke wieder denselben Draht, jedoch statt durch ein bestimmtes Gewicht, d. h. durch eine bestimmte Kraft zu belasten, halte man ihn fest eingespannt mit konstanter Dehnung und messe die Kraft, die notwendig ist, die Dehnung konstant zu halten. Alsdann beobachtet man folgendes: Wenn zu einer bestimmten Deformation im ersten Moment eine gewisse Kraft notwendig war, so nimmt allmählich der Kraftbedarf bei konstant gehaltener Dehnung ab, d. h. der Draht „entspannt sich“, ohne sich dabei zu rühren. *Maxwell* hat diese Erscheinung, die man sozusagen als eine Akkommodation des Materials an den neuen Zustand auffassen kann, „*Relaxation*“ getauft, und ihr Analogon findet man ebenfalls wie das der verzögerten Deformation, durchwegs in allen Gebieten, wo es sich um Prozesse in materiellen Körpern handelt.

Es ist klar, daß die Relaxation nicht in das Schema der inneren Reibung paßt, weil eine Spannungsänderung ohne jede sichtbare Bewegung vor sich geht, während man zur Erklärung der verzögerten Deformation annehmen muß, daß die innere Reibung lediglich eine Funktion der Deformationsgeschwindigkeit ist.

Maxwell hat eine neue Annahme als allgemeines „Relaxationsgesetz“ vorgeschlagen, das für den einfachsten Fall, den wir betrachtet haben, sich folgendermaßen formulieren läßt:

Im endgültigen Gleichgewichtszustande entspricht jeder Dehnung eine gewisse Spannung, bestimmt durch das Hookesche Gesetz oder durch das rein elastische Verhalten des Materials bei außerordentlich langsamen Deformationen. Wird nun irgendeine Spannungsänderung vorgenommen, so entsteht entweder ein Spannungsüberschuß oder ein Spannungsfehlbetrag. Dem Material wohnt dann die Tendenz inne, dies auszugleichen, und zwar geschieht dieser Ausgleich, die „*Relaxation*“, mit einer Geschwindigkeit, die dem Überschuß bzw. dem Fehlbetrag proportional ist.

Mathematisch würde dies folgendes bedeuten: Es sei σ_0 die Spannung, entsprechend der Deformation nach dem Hookeschen Gesetze, σ die tatsächliche Spannung, d. h. $\Delta\sigma = \sigma - \sigma_0$ der Spannungsüberschuß. Alsdann ist die Abnahme der Spannung in der Zeiteinheit, d. h. der negativ genommene zeitliche Differentialquotient der Spannung $-\frac{d\sigma}{dt}$ proportional $\Delta\sigma$, d. h.

$$\frac{d\sigma}{dt} = -k(\sigma - \sigma_0)$$

oder allgemeiner

$$\frac{d\sigma}{dt} = f(\sigma - \sigma_0),$$

wobei das Zeichen $f(\sigma - \sigma_0)$ eine für jedes Material genau bestimmte funktionale Abhängigkeit bedeuten soll.

Man sieht, wir haben wieder ein charakteristisches Beispiel unserer Differentialgesetze, wobei die zeitliche Änderung von den augenblicklichen Werten abhängt, aber durch diese auch völlig festgelegt ist.

Es ist unschwer zu zeigen, daß die Relaxation den Fall der verzögerten Deformation umfaßt, so daß die Maxwellsche Vorstellung sicher der Vorstellung der inneren Reibung gegenüber den Vorzug verdient. Es fragt sich jedoch, ob sie den ganzen Komplex von Beobachtungen, wenigstens qualitativ zu erklären, zu umfassen vermag.

Die weitere Ausdehnung der Beobachtungen zeigt, daß dies nicht der Fall ist, daß vielmehr Nachwirkungserscheinungen auftreten, die überhaupt grundsätzlich keinem Differentialgesetz der dargestellten Art sich fügen.

Ein sehr charakteristisches Beispiel hierzu liefert folgender Vorgang:

Wir nehmen wieder einen Draht; wir wollen ihn jedoch diesmal nicht ziehen, sondern tordieren, d. h. das eine Ende festhalten, das andere verdrehen. Wir erteilen ihm zunächst eine Verdrehung nach rechts und halten ihn in diesem gespannten Zustand durch mehrere Minuten, alsdann — statt zu entlasten — verdrehen wir ihn in dem entgegengesetzten Sinne, d. h. nach links und zwar um den-

selben Winkelbetrag, jedoch nur für ganz kurze Zeit, und lassen ihn plötzlich frei, entlastet. Man beobachtet nun folgendes: Die Linksverdre- hung geht allmählich zurück, wie man nach dem vorher Gesagten auch erwarten muß; statt jedoch in Ruhe zu kommen, verdreht sich der Draht nochmals in dem anderen Sinne, nach rechts, und kommt dann erst in die Ruhelage ganz langsam zurück. Und zwar ist diese nachträgliche Rechtsverdre- hung um so stärker, je länger die ursprüngliche erste Deformation gedauert hat und je intensiver sie ge- wesen ist.

Offenbar ist der weitere Verlauf in diesem Falle nicht bestimmt durch den augenblicklichen Spannungs- und Deformationszustand; es spielt vielmehr sozusagen die Vergangenheit herein, die Deformationen, die der Draht durchgemacht hat, die Stärke und die Dauer derselben.

Boltzmann zeigte, daß man diese Erscheinun- gen zwanglos erklären kann, wenn man der Ma- terie — sei es auch nur formal — sozusagen ein Gedächtnis, ein Erinnerungsvermögen zuschreibt.

In der Tat kann man den oben geschilderten Prozeß sich folgenderweise denken: Der Draht ist zunächst unter dem Einfluß der ersten Rechts- verdrehung und würde, falls entlastet, langsam zum Gleichgewichtszustand zurückkehren, indem dieser Eindruck langsam sich auslöscht, wenn wir ihm nicht die entgegengesetzte Deformation auferlegt hätten. Da die letztere jedoch nur von kurzer Dauer war, so wird ihr Eindruck in der Er- innerung der Materie rasch abklingen; es kommt die Erinnerung an die erste langdauernde De- formation wieder zum Vorschein; daher die spon- tane Rechtsverdre- hung wieder, bis dann auch all- mählich dieser stärkere Eindruck ebenfalls ver- schwindet.

Eine etwas phantastische Vorstellung — ohne Zweifel; sie umfaßt jedoch, wie *Boltzmann* selbst gezeigt hat, alle erwähnten Einzelercheinungen der Nachwirkung, sowohl die verzögerte Defor- mation, als die Relaxation, und auch den Verlauf abklingender Schwingungen und Belastungs- wechsel.

Es ist nicht uninteressant, zu sehen, wie sich die Gesetze der Erinnerung der Materie mathe- matisch fassen lassen:

Wir nehmen wieder den Fall der einfachen Dehnung (ϵ) und einer zugehörigen Spannung (σ). Nach dem Hookeschen Gesetze wäre

$$\sigma = E \epsilon,$$

wo E den sog. Elastizitätsmodul bedeutet. Wir wollen den Stab in dem Zeitpunkte t betrachten, nehmen jedoch an, daß er in dem Zeitraum von 0 bis t bereits Deformationen erlitten hat. Die Hypothese der Erinnerung besteht darin, daß die zur Erzeugung einer gewissen Dehnung nötige Spannung σ kleiner ist, als sie nach der obigen For- mel ausfallen würde, falls der Stab bereits früher Deformationen in demselben Sinne durchgemacht hat, und zwar kleiner um Beträge, die proportio-

nal sind den erlittenen Deformationen, der Zeit- dauer derselben und einem „Erinnerungsfaktor“, der um so kleiner wird, je weiter das betreffende Ereignis zurückliegt. Teilen wir den Zeitraum von 0 bis t in n Zeiträume $\Delta \tau = \frac{t}{n}$ ein, und sind die Deformationen in den Zeiträumen:

$$\begin{array}{lll} t \text{ bis } t - \Delta \tau & \epsilon_1 \\ t - \Delta \tau \text{ „ } t - 2 \Delta \tau & \epsilon_2 \\ \vdots & \vdots \\ t - (n-1) \Delta \tau \text{ „ } 0 & \epsilon_n \end{array}$$

gewesen, ferner die Erinnerungsfaktoren $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n$, wobei $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n$ eine abnehmende Zah- lenreihe darstellt, so ist die Spannung gleich:

$$\sigma = E \epsilon - \sum_{k=1}^n \epsilon_k \psi_k \Delta \tau.$$

Wenn wir die Anzahl der Zeitintervalle immer größer, ihre Dauer immer kleiner nehmen, so kom- men wir dazu, die Summe durch ein Integral zu ersetzen, wobei ψ als eine Funktion der „ver- strichenen Zeit“ τ angesehen werden muß, falls das betreffende ϵ zur Zeit $t - \tau$ aufgetreten ist. Die Grenzen des Integrals sind offenbar $\tau = t$ und $\tau = 0$. Somit wird

$$\sigma = E \epsilon - \int_0^t \epsilon(t - \tau) \psi(\tau) d\tau.$$

Dies ist die Grundformel in der Lehre vom Gedächtnis der Materie. Die Funktion ψ kann als Erinnerungsfunktion bezeichnet werden.

Man sieht, daß in dem Ansatz z. B. die Er- scheinung der Relaxation ohne weiteres enthalten ist. Nehmen wir z. B. an, daß der Draht bis $t = 0$ unbelastet war, von $t = 0$ an enthält sie eine konstante Dehnung ϵ . Als dann ist

$$\begin{aligned} \sigma &= E \epsilon - \epsilon \int_0^t \psi(\tau) d\tau, \\ \sigma &= \epsilon \left(E - \int_0^t \psi(\tau) d\tau \right), \end{aligned}$$

d. h. der Stab hat einen scheinbar mit der Zeit abnehmenden Elastizitätsmodul, da vom ursprüng- lichen Elastizitätsmodul das stets wachsende Inte- gral über die Erinnerungsfunktion abgezogen wird. Den zeitlichen Verlauf der Spannung stellt Fig. 2 dar. Dieses Integral wird in einfacher Weise durch die Fläche dargestellt, die wir durch gra- phische Darstellung der Erinnerungsfunktion in ihrer Abhängigkeit von der Zeit erhalten (s. Fig. 3). Der Relaxationsversuch kann also z. B. zur experi- mentellen Bestimmung der Erinnerungsfunktion dienen. Das Beispiel zeigt auch, wie ungefähr die Erinnerungsfunktion verlaufen muß: Offenbar muß sie mit der Zeit so rasch abnehmen, daß die mit der Zeitachse eingeschlossene Fläche F in Fig. 3 bis zu unendlichen Zeiten genommen, d. h. das Integral

$$\int_0^{\infty} \psi(\tau) d\tau = F$$

endlich bleibt. Das bis zu unendlichen Zeiten fortgesetzte Integral bestimmt dann den Betrag, um den der sog. „Endwert“ des Elastizitätsmoduls E' kleiner ist, als der Anfangswert E :

$$E' = E - F.$$

Man kann unschwer zeigen, daß der obige Ansatz nicht nur die Erscheinung der Relaxation, sondern eine große Reihe anderer Nachwirkungserscheinungen wenigstens in qualitativer Hinsicht richtig darzustellen vermag.

Was ist nun das Charakteristische an unserem Erinnerungsansatz? Offenbar die Annahme, daß der momentane Wert der Spannung und der Dehnung durch Werte bestimmt werden, die das System zu anderen Zeiten angenommen hat, sie

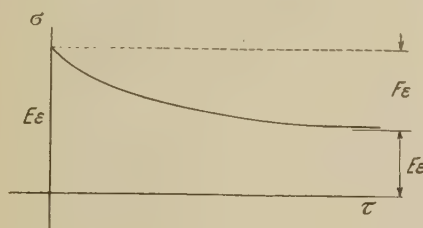


Fig. 2.

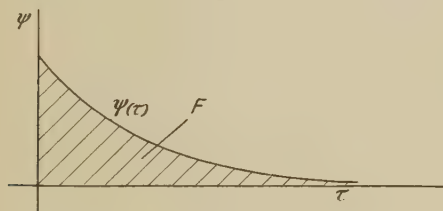


Fig. 3.

sind bestimmt durch Integrale über verflossene Zeiten; mathematisch genommen ist unser Naturgesetz keine Differentialgleichung mehr, sondern eine Integralgleichung.

Die Neuartigkeit der Auffassung erhellt aus dem bisherigen Ansatz vielleicht nicht ganz klar, weil man annehmen könnte, daß die Integralgleichung gewissermaßen bereits als Lösung eines Differentialgesetzes zustande gekommen ist. In der Tat muß die Integralgleichung in vielen Fällen, z. B. auch in dem soeben betrachteten Falle der reinen Relaxation, auf eine Differentialgleichung zurückzuführen sein, weil doch manche einfachen Fälle der Nachwirkung — wie wir früher gesehen haben — durch Differentialgesetze dargestellt werden können. Ganz klar tritt jedoch der prinzipielle Unterschied des neuen Ansatzes hervor, falls wir auch die Trägheitserscheinungen, d. h. die Massenwirkungen mit den Nachwirkungserscheinungen kombinieren.

Um ein konkretes Beispiel zu betrachten, nehmen wir einen Draht von der Länge l und vom Querschnitt f und hängen eine Masse m darauf. Wenn der Zeitpunkt $t = 0$ den Anfang des ganzen

Vorganges bildet und in einem Zeitpunkt t die Dehnung mit $\epsilon(t)$, die Spannung mit $\sigma(t)$ bezeichnet wird, so ist offenbar die Elongation am Drahtende $l \times \epsilon(t)$ und die zugehörige Kraft $f \times \sigma(t)$. Die Masse m macht die Bewegung des Drahtendes mit, sie hat also eine Geschwindigkeit $l \frac{d\epsilon}{dt}$ und

eine Beschleunigung $l \frac{d^2\epsilon}{dt^2}$. Zwischen Kraft und Beschleunigung besteht aber nach dem Newtonschen Bewegungsgesetz die Beziehung:

Kraft = Masse \times Beschleunigung,

$$\text{d. h. } -f\sigma = m \cdot l \frac{d^2\epsilon}{dt^2},$$

wobei das negative Vorzeichen ausdrücken soll, daß eine Zugspannung im Draht bestrebt ist, die Masse nach oben zu beschleunigen; sie stellt offenbar eine Kraft dar, die auf die Masse in der Richtung nach oben wirkt, diese nach oben zieht.

Nun ist nach unserem Erinnerungsansatz

$$\sigma = E\epsilon - \int_0^t \epsilon(t-\tau) \psi(\tau) d\tau.$$

Setzen wir diesen Ausdruck für σ ein, so erhalten wir

$$-fE\epsilon + f \int_0^t \epsilon(t-\tau) \psi(\tau) d\tau = m l \frac{d^2\epsilon}{dt^2}.$$

d. h. der zeitliche (zweite) Differentialquotient von ϵ zur Zeit t ist bestimmt:

- durch den Wert von ϵ zur Zeit t ,
- durch ein Integral über die Werte von ϵ in dem gesamten Zeitraum von 0 bis t .

Eine solche Gleichung stellt offenbar eine von der Differentialgleichung abweichende Form eines Naturgesetzes dar, sie wird als *Integral-differentialgleichung* bezeichnet.

Es ist ein Verdienst des italienischen Mathematikers *Vito Volterra*, daß er — nachdem die Theorie der Integralgleichungen von *Fredholm*, *Hilbert*, *Erhardt Schmidt* und von vielen anderen Forschern entwickelt wurde — wenigstens die Grundlagen zur weiteren Behandlung dieser allgemeinsten Form physikalischer Gesetze, der Integraldifferentialgleichungen, gegeben hat. Und für jene, die sich in die Frage vertiefen wollen, sei außer seinen Originalarbeiten an die in 1914 im Teubnerschen Verlag erschienenen „Drei Vorlesungen über neuere Fortschritte der mathematischen Physik“⁴⁾ hingewiesen, wo er die dritte dieser an der Clark-Universität gehaltenen Vorlesungen den von der Vorgeschichte des Körpers abhängigen Erscheinungen und der Entwicklung von grundlegenden Theoremen über Integraldifferentialgleichungen widmet. Es sei dabei erwähnt,

⁴⁾ Drei Vorlesungen über neuere Fortschritte der mathematischen Physik. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. Arch. der Math. und Physik Bd. 22 (S. 97—181; daselbst Verzeichnis der Originalarbeiten desselben Verfassers). Preis M. 3,—.

daß *Volterra* die Erscheinungen, die wir der Erinnerung der Materie zugeschrieben haben, als „Vererbungserscheinungen“ (Heredität der Materie) bezeichnet.

Nun fragt es sich natürlich, ob wir uns, wenn wir auch gewisse Genugtuung fühlen, mathematische Form und brauchbare Ansätze für Erscheinungen scheinbar so komplizierter Art gefunden zu haben, mit dieser Erklärung vom physikalischen Standpunkt aus zufrieden stellen. Ob man doch nicht auf anderem Wege versuchen wird, die Gültigkeit der gewohnten Vorstellung, nach der primäre gesetzmäßige Beziehungen nur zwischen gleichzeitigen Ereignissen bestehen können, aufrecht zu erhalten. Es scheint dies gar nicht so unmöglich zu sein. Und zwar wäre die Lösung des Rätsels auf folgendem Wege zu suchen:

Alle Ansätze der Elastizitätstheorie und aller anderen physikalischen Theorien, wo Erinnerungs- oder Verzögerungserscheinungen auftreten, sind rein phänomenologischer Natur, d. h. sie suchen Beziehungen zwischen direkt meßbaren Größen, ohne auf die Einzelvorgänge in Molekulardimensionen einzugehen, aus denen die meßbaren Vorgänge gewissermaßen durch Mittelwertbildung hervorgehen. Nun ist es leicht denkbar, daß, obwohl jede Einzelbewegung einfachen Differentialgesetzen folgt, zwischen den Mittelwerten solche Beziehungen nicht mehr konstruiert werden können, mit anderen Worten: die Vorgänge in dem Augenblick t sind zwar völlig bestimmt durch den Zustand des Systems in demselben Augenblick, aber der Zustand ist nicht bestimmt durch die Mittelwertgrößen, wie Spannung und Dehnung usw., sondern es müßten die Koordinaten und Geschwindigkeiten des molekularen Systems herangezogen werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus muß man sagen, daß, wenn auch die geistreichen Vorstellungen vom Gedächtnis der Materie und die daran knüpfende Theorie der Integraldifferentialgleichungen wertvolle Beiträge zur vollständigen Ausgestaltung eines mathematischen Weltbildes liefern, der Forscher, dessen Augen auf das physikalische Weltbild gerichtet sind, sein Heil auf anderen Wegen suchen wird, auf den Wegen, die auch gerade *Boltzmann* mit so glänzendem Erfolg betreten hat, und die zu einer Erklärung der sichtbaren Phänomene aus Erscheinungen der molekularen Welt mit den Hilfsmitteln der Mittelwert- und Wahrscheinlichkeitsrechnung führen.

Die Dinosaurier und Ornithischier Nordamerikas.

Von Prof. Dr. O. Abel, Wien.

(Schluß.)

Die Zeitgenossen von *Tyrannosaurus* waren die gehörnten Ornithischier vom Stamme der *Ceratopsiden*, die durch die bekannte Gattung *Triceratops* repräsentiert werden; die Nackenschilde und

mächtigen Hörner dieser pflanzenfressenden Reptilien mochten eine wirksame Verteidigungswaffe gegen die Angriffe eines *Tyrannosaurus* darstellen.

Im Gegensatz zu dem schwerfälligen *Tyrannosaurus* der oberen Kreidezeit stellt die ältere Gattung *Ornitholestes* aus der Juraformation, der in die Verwandtschaft des europäischen *Compsognathus* gehört, einen kleinen, schlankfüßigen und jedenfalls sehr flinken Räuber vor. Dieser Stamm ist in der oberen Kreidezeit durch die seit 1914 in einem vollständigen Skelett aus Alberta bekannte Gattung *Ornithomimus* vertreten. Die Bewegungsart von *Ornitholestes* ist vielleicht ähnlich jener gewesen, die uns die lebende Reptiliengattung *Chlamydosaurus* repräsentiert.

Ein ganz anderes Bild tritt uns in den vierfüßigen Riesenreptilien entgegen, von denen *Diplodocus* und *Brontosaurus* die bekanntesten sein dürften. Über die Körperhaltung, Schreitstellung und die Beinstellung dieser Sauropoden haben vor etwa sieben Jahren lebhaft Diskussionen stattgefunden. Obwohl die zuerst von den amerikanischen Paläontologen gemachte Annahme einer aufrechten Schreitstellung bei steilgestellten Gliedmaßenachsen dieser Dinosaurier von *O. P. Hay* und *G. Tornier* heftig bekämpft wurde, so ergab doch die wiederholte Untersuchung und Prüfung der einschlägigen Fragen mit voller Gewißheit, daß die Sauropoden mit steilstehenden Gliedmaßen und über dem Boden hoch erhobenem Rumpfe sich bewegten und nicht wie ein sich träge fortwälzendes und schiebendes Krokodil dahinkrochen.

Die Körperlänge dieser Riesen, welche die gewaltigsten Landtiere waren, die wir bis heute kennen, wird nur vom lebenden Blauwal übertroffen, dessen größtes bekanntes Exemplar eine Länge von 30 m erreicht haben soll. Alle Sauropoden waren quadriped, im Gegensatz zu den bipeden theropoden Dinosauriern, und haben in ihrem Gliedmaßenbau auffallende Konvergenzerscheinungen mit den Gliedmaßen der großen Huftiere mit „Säulenbeinen“ aufzuweisen.

Die nordamerikanischen Sauropoden sind in Ablagerungen gefunden worden, welche dem oberen Jura und der unteren Kreide angehören und als „*Atlantosaurus*-Beds“ oder „*Como*-Beds“ unterschieden werden.

Das im New Yorker Museum aufgestellte Skelett von *Brontosaurus excelsus* ist über 20 m lang, das des *Diplodocus* Carnegiei im Pittsburger Museum 26,5 m (von der Schnauzenspitze bis zum Schwanzende). Die Maße sind freilich nicht ganz exakt, da das berühmte und durch Abgüsse auch in Europa bekannt gewordene Skelett dieses Ungeheuers aus zahlreichen Individuen und sogar aus den Resten verschiedener, freilich nahe verwandter Gattungen kombiniert worden ist. Da jedoch die Hauptelemente des Skeletts in der Tat zu *Diplodocus Carnegiei* und nur zum kleineren Teile zu *Diplodocus longus* gehören, so kommen diese Ergänzungen für die Beurteilung des Gesamtbildes nicht weiter in Betracht.

Der Schädel der Sauropoden war außerordentlich klein, der Hals lang und sehr kräftig, die Arme und Beine plump und hoch, der Schwanz meist lang. Eine Gattung mit kürzerem Schwanz, die sich außerdem noch durch die bedeutendere Länge der Arme im Vergleiche zu den Hinterbeinen von *Diplodocus* und *Brontosaurus* augenfällig unterscheidet, ist *Brachiosaurus*, die in der letzten Zeit auch in Deutsch-Ostafrika entdeckt worden ist. Der Oberarmknochen dieses Reptils ist mit über 2 m Länge der längste Humerus, der von einem Wirbeltier überhaupt bekannt geworden ist.

Die bisher besprochenen Vertreter der Dinosaurier gehören einem geschlossenen Stamme an, welcher nach den Untersuchungen von *Friedrich*

phylogenetischen Verbände künstlich durchrissen und zu einem ganz falschen Bilde verzerrt. Es liegt hier genau derselbe Fall wie bei der Trennung der flugfähigen Vögel oder Carinaten und der wieder flugunfähig gewordenen Laufvögel oder Ratiten vor. Die Orthopoden waren ursprünglich vierbeinig, richteten sich dann auf ihren Hinterbeinen auf und gingen zum bipeden Gang über; später wurden einzelne Zweige der Ornithopoden wieder vierbeinig, also *sekundär* quadruped, und zwar sind es entweder mächtige Panzerplatten gewesen, die sich auf dem Rücken ausbildeten und durch ihr Gewicht den Vorderkörper buchstäblich zu Boden drückten, wie dies bei *Stegosaurus* der Fall war, oder es bildeten sich am Schädel gewaltige Hörner und Nackenschilde

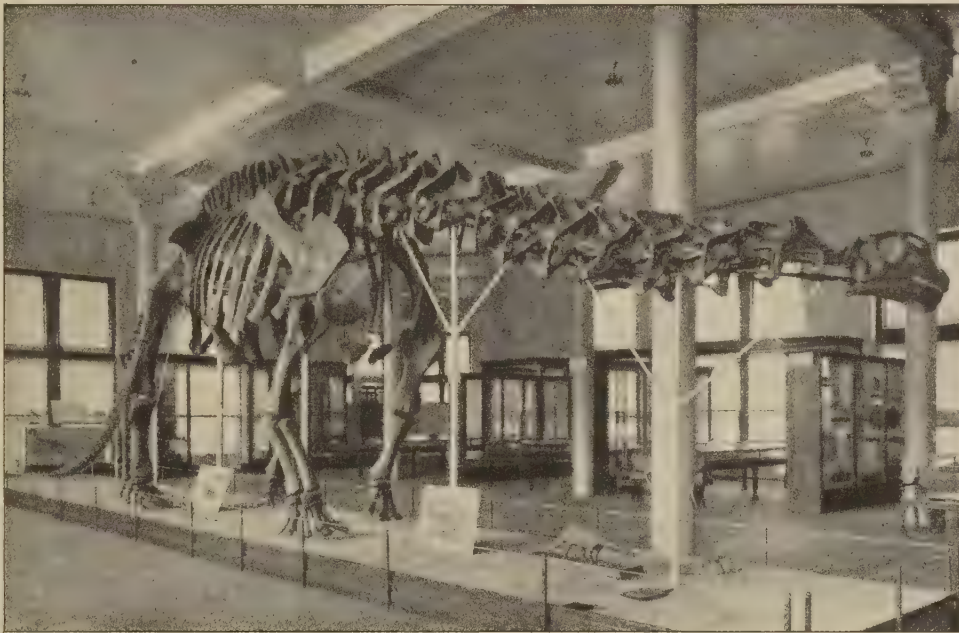


Fig. 7. Das montierte Skelett von *Brontosaurus* im Amerikanischen Museum zu New York.

von *Huene* aus der Stammgruppe der Pseudosuchier hervorgegangen ist und schon vom Zeitpunkt dieser Abzweigung an eigene Wege eingeschlagen hat. Aus den Pseudosuchiern ist aber weiter der Stamm der Ornithischia entsprungen, mit dessen nordamerikanischen Vertretern wir uns im folgenden zu beschäftigen haben.

Die Ornithischier zerfallen in die Gruppe der Ornithopoden und der aus ihnen hervorgegangenen Orthopoden. In früherer Zeit war die scharfe Unterscheidung dieser beiden systematischen Gruppen berechtigt, ja sogar notwendig; seitdem man aber mit Sicherheit feststellen konnte, daß die *quadrupeden* Orthopoden von den ursprünglich *bipeden* Ornithopoden abstammen, so ist diese Unterscheidung heute kaum mehr berechtigt, wenigstens nicht in der noch heute fast allgemein üblichen Abtrennung beider Gruppen. Durch derartige systematische Gruppierungen werden die

aus, die den mächtig anwachsenden Schädel hinabzogen, wie dies bei *Triceratops* und seinen Verwandten der Fall gewesen ist.

Die gemeinsame Eigentümlichkeit aller Ornithischier ist der *Hornschnabel*, welcher das Vorderende der Kiefer überdeckt, wie bei den Schildkröten oder bei den Vögeln. Dies ist aber nicht der einzige Zug, der die große Vogelähnlichkeit dieser Reptilien bedingt. Im Beckenbau besteht eine überraschende Ähnlichkeit mit den Vögeln, die sich freilich bei genauer Untersuchung nur als eine *konvergente Anpassung* infolge gleichartiger Funktion der hinteren Gliedmaßen und ihrer Muskulatur erweist; außerdem liegen aber im anatomischen Bau der hinteren Gliedmaßen weitgehende Übereinstimmungen mit den Vögeln vor, die als *parallele Umformungen* infolge gleichsinniger Funktion der Organe zu betrachten sind.

Alle Ornithischier sind, soweit wir sie heute

kennen, Vegetarier gewesen. Ihre Zähne stehen in dicht geschlossener Reihe und wurden in dicht aneinander schließenden Reihen im Unterkiefer und Oberkiefer angelegt, so daß nach Abnutzung einer Zahnreihe sofort eine Ersatzreihe in Funktion treten konnte. Die Zahl der auf diese Weise produzierten Zähne war enorm und erreichte z. B. bei *Trachodon* eine Ziffer, die 2000 überschritt. Bei *Trachodon mirabile* trug der Oberkiefer 630, der Unterkiefer 406 Zähne jederseits. Die übrigen Ornithopoden und Orthopoden haben allerdings diesen extremen Spezialisationsgrad nicht erreicht.

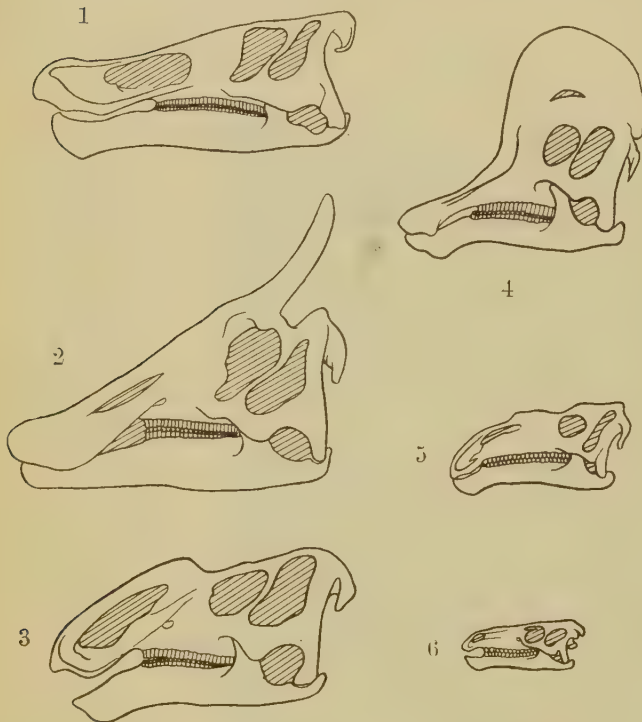


Fig. 8. Schädeltypen von Ornithischiern. (Mit Ausnahme von *Iguanodon* sind alle Typen in Nordamerika gefunden worden.) (Nach W. D. Matthew, 1916.)

1. *Trachodon*. — 2. *Saurolophus*. — 3. *Kritosaurus*. — 4. *Corythosaurus*. — 5. *Iguanodon*. — 6. *Camptosaurus*. — Alle Abbildungen in $\frac{1}{25}$ der nat. Gr.

Die durch die belgischen Funde weltberühmt gewordene Gruppe der iguanodonartigen Ornithopoden ist in Nordamerika namentlich durch den gleichalterigen *Camptosaurus* vertreten. Ihm schließt sich das merkwürdige *Trachodon* aus der oberen Kreide an, das eine entenschnabelartige Verbreiterung der Kiefer aufweist. In den letzten Jahren ist von diesem Reptil in wissenschaftlichen Kreisen viel die Rede gewesen. Der bekannte „Fossil Hunter“ Ch. H. Sternberg entdeckte 1908 in den Ablagerungen der oberen Kreideformation von Converse County in Wyoming die erste wohl-erhaltene Mumie, die seither so berühmt gewordene erste „Dinosaur-Mummy“, welchem Funde rasch weitere folgten. Auch das durch zahlreiche wertvolle Dokumente aus der Vorzeit der Erde

hervorragende Senckenbergische Museum in Frankfurt a. M. ist vor kurzem in den Besitz einer solchen „Mumie“ gelangt, die richtiger im mineralogischen Sinne als *Pseudomorphose* einer Mumie zu bezeichnen ist wie alle übrigen „Mumien“ von *Trachodon*, da die Haut und die Muskeln, Sehnen usw. selbst nicht mehr erhalten geblieben sind, sondern nur ihr Abdruck, bzw. dessen Ausfüllung im Sandstein, der das Skelett umschließt. Eine Rekonstruktion von Ch. R. Knight, die unter der Leitung von Henry Fairfield Osborn entworfen und ausgeführt wurde, gibt die Anschauungen trefflich wieder, welche die amerikanischen Paläontologen von dem Aussehen, der Körperhaltung und dem Lebensraume dieses eigentümlich spezialisierten Reptils gewonnen haben.

Wenn auch die Mumien selbst nur mehr als Pseudomorphosen erhalten geblieben sind, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß sie als Mumien vom Sand umschlossen und „fossil“ geworden sind. Die Mumifizierung eines Kadavers ist nur möglich bei sehr starker Trockenheit. Wir wissen aber anderseits, daß der Sandstein, der die *Trachodon*skelette und die *Trachodon*mumien umhüllt, in einem breiten Strombett abgelagert worden sein muß. Das scheint auf den ersten Blick einen Widerspruch zu enthalten. Denken wir aber daran, daß z. B. am Nilufer die Wüste bis hart an das Stromtal heranreicht und daß sich im Strombett des Nil selbst in Unterägypten noch Inseln und Sandbänke vorfinden, auf denen Wüstenklima herrscht, so werden wir auch für die Entstehung der *Trachodon*mumien und ihre Fossilierung analoge Verhältnisse annehmen dürfen.

Die gepanzerten *Stegosaurier* sind seit langer Zeit bekannt; Rekonstruktionen dieser Reptilien sind vielfach abgebildet worden und gehören heute zu den bekanntesten Darstellungen fossiler Reptilien. Dieser höchst eigenartig spezialisierte Orthopode ist nicht mehr biped gewesen, sondern infolge der Last der auf seinem Rücken stehenden Panzerplatten zur sekundär quadrupeden Gangart übergegangen. Man war früher meist der Meinung, daß die Reihe von knöchernen Panzerplatten senkrecht in die Höhe ragte und einen auf den Dornfortsätzen der Wirbel aufruhenden Kamm bildete; die neueren Untersuchungen von R. S. Lull, die 1914 in einer Monographie zusammenfassende Darstellung fanden, haben jedoch neue Beweise für die Ansicht erbracht, daß die Panzerplatten in zwei alternierenden Reihen auf der Rückenlinie standen und nicht in doppelter Reihe, wie dies schon von Frederic A. Lucas 1902 vermutet worden war. Die Platten sind mit tiefen Furchen von Blutgefäßen bedeckt, so daß angenommen werden muß, daß sie von einer dicken Hornschicht überzogen waren. Der Schwanz trug zwei parallele Stachelreihen, die bei Angriffen von Raubdinosauriern jedenfalls eine wirksame Verteidigungswaffe gebildet haben müssen.

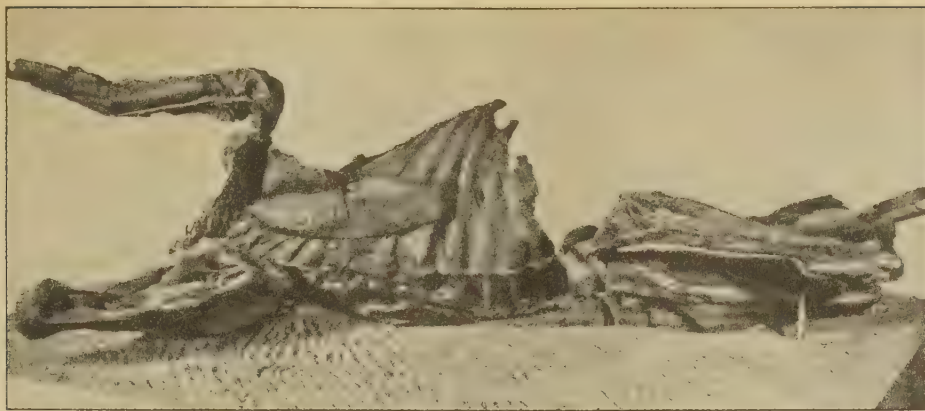


Fig. 9. „Mumie“ von Trachodon. (Nach H. F. Osborn.)

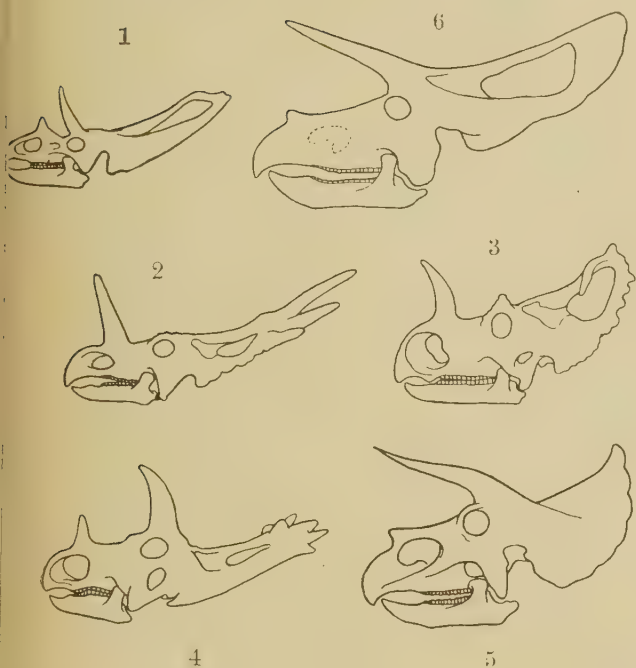


Fig. 10. Verschiedene Schädeltypen der hörnertragenden Ceratopsiden aus der Kreideformation Nordamerikas. (Nach W. D. Matthew, 1916.)

1. Ceratops. — 2. Styracosaurus. — 3. Monoclonius. — 4. Anchiceratops. — 5. Triceratops. — 6. Torosaurus.

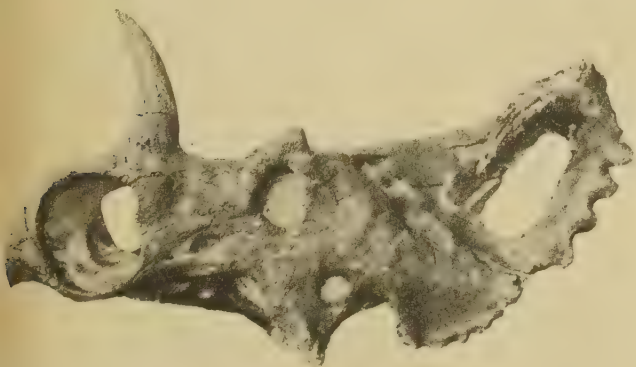


Fig. 11. Schädel von Monoclonius in $\frac{1}{15}$ nat. Gr. (Nach W. D. Matthew, 1916.)

Haben uns derart neue Untersuchungen über alte Funde in vieler Hinsicht neue Erkenntnisse vermittelt, so haben uns andererseits viele neue Funde über die Gruppe der Ceratopsiden oder der gehörnten Orthopoden eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse von dieser Gruppe gebracht. Vor allem ist der Schädel von Monoclonius aus der oberen Kreide von Alberta durch die Form des Nackenschildes und die Gestalt der Schädelzapfen merkwürdig.

Wir sind jedenfalls noch weit davon entfernt, einen erschöpfenden Überblick über alle Dinosaurier und Ornithischier zu besitzen, die von der Triasformation bis zum Ende der Kreideformation in Nordamerika lebten, obwohl kein zweites Gebiet bis heute einen derartig reichen Schatz von Überresten dieser Tiere geliefert hat. Tausende von Skeletten liegen noch im Gestein verborgen, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die mit so großen Mitteln und so zielbewußt in Angriff genommenen Ausgrabungen der amerikanischen Museen auch in Zukunft uns noch viele merkwürdige, bisher unbekannte Formen kennen lehren werden. Wenn sich also auch auf diese Weise die Lücken unserer paläozoologischen Kenntnisse immer mehr schließen, so dürfen wir doch nicht vergessen, daß wir kaum jemals einen erschöpfenden Einblick in die Gesamtheit der Fauna erhalten werden, die zur Zeit der Dinosaurierherrschaft in den Vereinigten Staaten lebte. In den Triassandsteinen von Connecticut und Massachusetts sind nicht weniger als 59 sicher unterscheidbare *Fährten* von Reptilien bekannt, aber nur von fünf Arten die *Skelettreste*. Es ist dies, wie ich schon früher einmal hervorgehoben habe, ein drastisches Beispiel dafür, daß wir das Tierleben dieser Zeit einstweilen nur aus einem winzig kleinen Ausschnitt des Gesamtbildes kennen; andererseits berechtigen uns die reichen Funde, die in den letzten Jahrzehnten in vielen Gebieten, namentlich aber in den Vereinigten Staaten, gemacht worden sind, mit Entschiedenheit dem alten Schlagworte von der „Lückenhaftigkeit der paläontologischen

Überlieferung“ entgegenzutreten, da wir freilich *relativ* wenige, *absolut* aber schon eine gewaltige Menge von Tatsachen über die Tierwelt vergangener Zeiten der Erdgeschichte gesammelt haben.

Über die Fortschritte in der Kenntnis vom Wesen und Klima der diluvialen Eiszeit¹⁾.

Von Dr. Wilh. Eckardt,

Wetterdienstleiter und I. Assistent am Meteorologischen Observatorium Essen.

Für die Entstehung der Eiszeit hat man bereits frühzeitig *Schwankungen in der Sonnenwärme* verantwortlich machen zu müssen geglaubt. Allein wenn sich auch solche Schwankungen von kleinem Ausmaß in etwa 33 jährigen Perioden in mehr oder weniger deutlicher Folge wiederholen, so fehlt doch in der Geschichte der Erde eben ein für allemal jeder *Zusammenhang* mit der Geschichte ihrer Sonne. Denn wir wissen in keiner Weise etwas von einer größeren Wärmesumme, welche die Sonne, als sie noch jünger war, hätte geben können; auch in den ältesten Versteinerungen ist nichts von den Wirkungen einer ehemals heißeren Sonne zu erkennen. Erst in vielen Zehntausenden von Jahren wird es einmal möglich sein, mit einiger Sicherheit anzugeben, ob es auch periodische Schwankungen in der Sonnenwärme von großem Ausmaß gibt. Bis dahin liegt die Hypothese großer geologischer Schwankungen der Sonnenwärme außerhalb aller Wertbarkeit für die Geologie selbst. Jeder Paläoklimatologe, der zu dieser Hypothese seine Zuflucht nimmt, begibt sich in das Reich der Phantasie.

In zweiter Linie sollten es *Polverschiebungen* gewesen sein, die das diluviale Eiszeitphänomen hervorgerufen hätten. Allein unter allen Erscheinungen, aus deren Verbreitung man auf Polverschiebungen zu schließen pflegt, ist das Gletscherphänomen selbst das für diesen Zweck am allerwenigsten geeignete, worauf *Fr. v. Kerner*²⁾ ausführlich hingewiesen hat. Denn wenn wir in den verschiedenen Erdperioden Umschau halten, z. B. im Mesozoikum, so finden wir keine Stelle der Erdoberfläche, die zu jener Zeit vereist gewesen wäre, wo immer wir auch die Pole hinverlegen mögen, oder wenn wir in der Erdgeschichte noch weiter rückwärts gehen, finden wir gar die merkwürdige Tatsache, daß die permokarbonen und zum Teil auch die unterkambrischen Vereisungen überhaupt nicht bipolar lagen, sondern dem Äquator sehr genähert waren

und größtenteils in die Passatzonen zu liegen kamen.

Die maximale Entfaltung der Gletscher in der Gegenwart ist aber, wenigstens was die Nordhalbkugel anlangt, ebensowenig wie die Entwicklung der niedrigsten Wintertemperaturen an die Gegenden des geographischen Poles geknüpft. Der Mittelpunkt des arktischen Gletscherkranzes liegt zwischen 70 und 75° n. Br. nahe der Ostküste von Grönland, also weitab vom geographischen Pol. Das Zentrum der nordhemisphärischen diluvialen Eiskalotte befand sich in ungefähr gleicher Breite nahe der Westküste von Grönland. „Es hat demnach seit der Eiszeit *keine* Breitenverschiebung des arktischen Vergletscherungspoles stattgefunden“, meint *Fr. v. Kerner*, „und die zum heutigen Nordpol sehr exzentrische Lage des Mittelpunktes der diluvialen Eiskalotte kann somit nicht als Argument zugunsten einer seit der Eiszeit stattgefundenen Polverschiebung gelten. Sie ist im Gegenteil als Beweis *für* eine der heutigen sehr ähnliche eiszeitliche Lage des Nordpols in Anspruch zu nehmen.“

Wie die permokarbone Glazialzeit dem Gebirgsbildungsprozeß in der Steinkohlenzeit folgte, so folgt auch die diluviale Eiszeit den mächtigen Faltungen der Erdrinde zur Tertiärzeit. Das ist eine unumstößliche Tatsache. Zur Eiszeit erhoben sich vor allem auch die europäischen und nordamerikanischen Festlandssockel z. T. höher über den Meeresspiegel. Die Gebirge und höher gelegenen Kontinentalmassen mußten sich also da, wo die Niederschläge überwiegend in Form von Schnee fielen, mit Eis bedecken. Das waren vor allem das skandinavische Gebirge, die Alpen und das nördliche Nordamerika. Zwischen diesen beiden kalten Kontinentalmassen lag aber ein wenigstens in seinem südlichen Teile warmes Meer: der nördliche Atlantik. Das diesem tributäre Gebiet der europäisch-nordamerikanischen Kontinentalmassen ist demnach der dominierende Sitz der Eiszeit gewesen¹⁾. So war auch zur Eiszeit die größte Entwicklung der Gletscher da zu finden, wo die warmen Strömungen in relativ kalte Räume vordringen, die eine bedeutende positive Temperaturanomalie haben.

Über dem nordeuropäischen sowie über dem nordamerikanischen Eise muß aber analog den heutigen Verhältnissen über Grönland und der Antarktis ein Gebiet hohen Luftdrucks gelegen haben, dem an der Erdoberfläche kontinentale östliche Winde entströmten²⁾. Gleichzeitig muß das heute bei Island gelegene Tiefdruckgebiet zur Eiszeit südlicher gelegen haben, da ja der Golfstrom damals infolge des isländischen Barren-

¹⁾ Vgl. auch die Abhandlung des Verfassers: Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie in Heft 9, 2. Jahrg. 1914 dieser Zeitschrift.

²⁾ Sind Eiszeiten durch Polverschiebungen zu erklären? Bemerkungen zu *W. Eckardts* Klimaproblem. Verh. der k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien 1909, Nr. 12.

¹⁾ Über die ausführlichere meteorologische Begründung dieser Erscheinung vgl. *J. v. Hann*, Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl., I. Bd., 1908, S. 379.

²⁾ Vgl. hierüber und über folgendes: *E. Geinitz*, Wesen der Eiszeit. S. 8 ff. Güstrow 1915. (Sonderabdruck a. d. Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg, 59. Jahrg., 1905.)

verschlusses nicht in das Eismeer gelangen konnte, sondern weiter südlich umschwenken mußte, während der nördlichste Teil des Atlantischen Ozeans durch Treibeis und Schmelzwasserströme stark abgekühlt werden mußte. Infolge der über den nordischen Binneneismassen lagernden Antizyklen mußten nun sowohl die nordamerikanischen wie auch die europäischen Zyklen südlichere Bahnen einschlagen als in der Gegenwart. Diese führten in der alten Welt in der Hauptsache über das Mittelmeergebiet hinweg bis hinauf nach Westsibirien, ersterem ein Klima gebend, wie wir es heute in Patagonien wiederfinden¹⁾, letzterem im Winter Erwärmung, aber stärkere Niederschläge bringend. Die auf dem warmen südlicheren Teil des nordatlantischen Ozeans entstandenen Zyklen dürften bei den großen thermischen Gegensätzen, die zwischen diesem Meeresteil und den umgebenden stark abgekühlten Festlandsmassen bestanden, demnach wohl kräftig genug entwickelt gewesen sein, um sich den Durchgang zwischen der subtropischen Pleiobare, dem Azorenmaximum, einerseits und der nordischen Antizyklone andererseits zu erzwingen. So konnten die nördlichen Tiefdruckwirbel tiefer in den Bereich des Passatwindsystems eingreifen und mußten somit dessen Ausbildung mindestens über einem großen Teil der Erdoberfläche abschwächen oder doch äquatorwärts zurückdrängen. In der Tat ist denn auch nach A. Penck²⁾ im Sudan eine Polwärtswanderung der äquatorialen Trockengrenze seit dem Ausklingen der Eis- oder Pluvialzeit festzustellen, ebenso in Süd- wie in Nordamerika und wohl auch in Südafrika, und zwar hat es den Anschein, als ob die äquatoriale Trockengrenze einst etwa ebenso weit äquatorwärts gelegen habe, wie die polare Trockengrenze im Norden zur Eiszeit. So war demnach zur Eiszeit das humide Tropengebiet auf der Erde eingeeengt, indem die beiderseitigen ariden Zonen der Passate äquatorwärts gerückt waren. Dieser geringere Abstand der beiden Passatzonen voneinander kann aber nur auf eine verminderte Wärmeentwicklung an der Erdoberfläche zurückgeführt werden.

Es erhebt sich nun die Frage, ob die eiszeitlichen Erscheinungen auf der Erde vollkommen oder doch in der Hauptsache gleichzeitig waren oder nicht. Denn es ist, wie E. Dacqué in seinem schönen Buch: „Grundlagen und Methoden der Paläogeographie“³⁾ sagt, „von größtem Interesse, sich klar darüber zu werden, ob hinter dem äußeren Schein unbedingter Gleichzeitigkeit der Glazialbedeckung auf der Nord- und Südhemisphäre auch wirklich eine bipolar wirkende Ursache steckte, oder ob das Glazialphänomen auf

der einen Hemisphäre die Folge des auf der anderen war; mit anderen Worten: ob die „Eiszeit“ auf beiden Hemisphären *primär* entstand und in diesem Sinne gleichzeitig war?“

Bereits in meinem Buche „Das Klimaproblem der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart“⁴⁾ habe ich gesagt, daß der Satz des alten Varenius: „Wenn ein Teil des Ozeans sich bewegt, so bewegt sich der ganze Ozean“ auch für das Luftmeer gilt. Es läßt sich daher voraussetzen, daß bestimmte klimatisch-meteorologische Eigentümlichkeiten der eisfreien und der vereisten Länder nicht gleichmäßig Folgen einer Ursache sind, sondern sich zueinander wie Ursache und Wirkung verhalten.

Von besonderer Bedeutung für die Frage der Gleichzeitigkeit der hauptsächlichsten diluvialen Erscheinungen ist die Tatsache, daß zur Eiszeit die Umrisse der Festländer und Meere im großen und ganzen bereits festgelegt waren. Dieser Umstand ist aber deswegen sehr hoch anzuschlagen, weil die mittlere Temperatur der ganzen Erde im Laufe des Jahres nicht konstant bleibt, wie das theoretisch nach den Bestrahlungsverhältnissen doch der Fall sein sollte, sondern vom Januar zum Juli steigt; daß also die Wärmeverhältnisse der Nordhalbkugel, deren Sommer den Sommer der Erde bedeutet, für die mittlere Temperatur den Ausschlag geben. Die hohe Julitemperatur der Nordhalbkugel, die mit der milderen Wintertemperatur der Südhalbkugel zusammenfällt, hat einen solchen Einfluß, daß die Temperatur der ganzen Erde vom Januar zum Juli um 4° steigt, während die niedere Sommer- temperatur der Südhalbkugel mit der tiefen Januartemperatur der Nordhalbkugel zusammenfällt. Bedenken wir also, daß zur Eiszeit infolge der Eis- und Schneebedeckung sich weite Gebiete der Nordhalbkugel im Sommer nicht so intensiv erwärmen konnten wie heutzutage, so ist für den Klimatologen die Annahme ohne weiteres berechtigt, daß das Klima der Südhalbkugel noch etwas ausgeprägteren ozeanischen Charakter gegenüber dem heutigen gehabt haben dürfte, selbst wenn der thermische Äquator zur Eiszeit aus leicht einzusehenden Gründen wahrscheinlich etwas südlicher als heute lag.

Vor allem aber mußte das Abschmelzen der gewaltigen nordhemisphärischen Eismassen zur Eiszeit selbst wie auch noch nach ihrem Höhepunkt seine Wirkung auch auf die übrigen Zonen des Erdballs durch Abkühlung der Wasser- und Luftmassen erstrecken. Somit hätte sich aber aus leicht einzusehenden Gründen die Pluvialzeit der niederen Breiten, trotz ihrer ursprünglichen Gleichzeitigkeit mit dem Hauptphänomen der Eiszeit selbst, sehr wohl auch bis in eine der Gegenwart näher liegende Zeit erstrecken können, wofür manche Umstände sprechen. Die Ab-

¹⁾ A. Penck, Das Klima Europas zur Eiszeit. Naturwiss. Wochenschrift 1905.

²⁾ Die Formen der Landoberfläche und Verschiebungen der Klimagürtel. Sitzungsber. der Kgl. Preuß. Akad. der Wissensch. 1913, IV.

³⁾ Jena 1915, S. 442.

⁴⁾ Sammlung „Die Wissenschaft“ Bd. 31, Braunschweig 1908.

kühlung des irdischen Klimas zur Eis- und Pluvialzeit wäre demnach nicht die Ursache der Gletscherentwicklung, sondern deren Folge gewesen.

Wir hatten schon oben betont, daß eine Verengerung des humiden Tropengebietes nur auf eine verminderte Wärmeentwicklung an der Erdoberfläche zurückgeführt werden kann. Eine weitere Folge aber braucht nicht unbedingt die zu sein, daß mit dieser Milderung des thermischen Gradienten auch eine Abschwächung des barischen im Passatwindssystem, bzw. im humiden Tropengürtel selbst zur Eiszeit Hand in Hand ging. Denn ein Hauptergebnis der Brücknerschen Untersuchung über die Klimaschwankungen, daß jede Periode, in der sich die Luftdruckgegensätze zwischen Ozean und Festland verringern, ein feuchter Zeitraum sei, gilt nur für die Länder höherer Breiten, insofern als hier die auf den Ozeanen entspringenden dynamischen Zyklonen über die Festländer ziehen, diesen Feuchtigkeit zuführen und die Luftdruckgegensätze über dem Wasser und Lande mehr oder weniger ausgleichen. Für die Länder niederer Breiten mit ihren Monsunklimaten gilt dieser Satz dagegen nicht. Im Gegenteil! Was die Regenperiode dieser Länder anlangt, so finden wir hier gerade das Umgekehrte, wenn wir z. B. das seine Feuchtigkeit im wesentlichen vom Indischen Ozean empfangende Monsungebiet Asien-Afrika ins Auge fassen. Denn je stärker der passatische Hochdruckgürtel über dem Indischen Ozean entwickelt ist, und je mehr Energie der Passat an den Monsun abgibt, um so ergiebiger treten die Monsunregen in Indien und im tropischen Nordostafrika auf, und was den Sommer der Südhalbkugel anlangt, so empfängt Südafrika ebenfalls um so ergiebigere Regenfälle, je stärker der passatische Hochdruckgürtel über dem südlichen Indischen Ozean entwickelt ist, bzw. eine je weiter nördliche, also dem Kalmengürtel genäherte Lage er über diesem warmen Meere einnimmt¹⁾.

Wenn wir nun bedenken, daß zur Eiszeit infolge der starken Abkühlung der subpolaren Meeresteile die Zyklonentätigkeit auf beiden Halbkugeln sich bis in niedrigere Breiten erstreckte als in der Gegenwart, und die passatischen Hochdruckgürtel dadurch weiter äquatorwärts gedrängt wurden, so kann dieser Umstand keine Minderung des barischen Gradienten für die Tropenzone und der an ihrem Rand gelegenen Monsunländer bedeuten. Im Gegenteil! Wenn nach unserer Auffassung die Sonne zur Eiszeit mit unverminderter Energie die Tropenzone erwärmte, so konnte hier lediglich dadurch eine Steigerung der Niederschläge eintreten, daß der Tiefdruck der Tropenzone infolge der äquatorwärts gerichteten Verlagerung der passatischen Hochdruckzone *verhältnismäßig* mehr verstärkt wurde. Unter solchen Umständen mußte der humide Tropengürtel zur Eiszeit feuchter wer-

den und die von der Sonne in gleicher Weise empfangene Erwärmung konnte und mußte eben lediglich dadurch eine gewisse Erniedrigung erfahren, daß die atmosphärische Feuchtigkeit, die ihren sichtbarsten Ausdruck in der größeren Bewölkung findet, eine bedeutendere war.

Im übrigen machte sich nach A. Penck die Klimaänderung der Eiszeit auf der Erde jeweils in der Nähe der Klimagrenzen geltend: an der polaren Trockengrenze durch pluviales Klima, an der äquatorialen Trockengrenze durch arides. Wüstenhafte Länder wie heute mit keinen oder sehr unregelmäßigen Niederschlägen hat es auch zur Diluvialzeit auf der Erde gegeben, wie die Verhältnisse in der Libyschen Wüste und dem größten Teil der Sahara zeigen¹⁾. Nur dort, wo heute die Schneegrenze schon tief liegt, und wo durch ihre Herabdrückung große Flächen Landes in das nivale Klima rückten, kam es zu ausgedehnten Vergletscherungen, während dort, wo sie hoch liegt, also in den warmen oder trockenen Gebieten, durch ihre Herabdrückung nur kleine isolierte Erhebungen in ihr Bereich einbezogen und so nur kleine Gletscher gebildet wurden.

Wie gering die eiszeitlichen Temperatur- und Niederschlagsunterschiede gegen heute in den niedrigen Breiten der Erde nur gewesen sein können, geht daraus hervor, daß z. B. in Südafrika die Anzeichen diluvialer Eisdecken so gut wie gänzlich fehlen, während auf den Vulkanriesen des östlichen Äquatorialafrika (Ruwendori, Kenia, Kilimandjaro) wie in den Anden von Columbia, Ecuador, Nordperu und Bolivia sowie in den Australalpen die als diluvial angesprochenen Gletscher höchstens 1000 m tiefer als jetzt herabreichten. „Aber was bedeutet diese Zahl eines Abschmelzens um $\frac{1}{4}$ der Gletscherlänge“, bemerkt J. Walther²⁾ mit Recht, „wenn der 10 km lange Rhonegletscher, ohne daß eine Klimaänderung nachweisbar wäre, seit 30 Jahren um 1 km zurückgegangen ist? Die am Kilimandjaro aufgehäuften Moränen sind doch nur ein kleiner Teil der seit Jahrtausenden von seinem Gipfel abgehobelten vulkanischen Gesteine, und wenn dieser früher höher war, dann mußten notwendig auch etwas größere Eisströme an seinen Flanken herabziehen.“

Daß auch in den Wüsten- und Tropengegenden zur Diluvialzeit eine im Mittel nicht weniger als 3 bis 4° betragende Abkühlung allgemein stattgefunden habe, ist unter solchen Umständen mehr als unwahrscheinlich. Soviel ist meteorologisch sicher, daß zur Eiszeit der Betrag der Temperaturherabsetzung auf der Erde in den einzelnen Ländern und Zonen ein ganz verschiedener gewesen sein muß. Auch darf man, was selbst die unmittelbar vereisten Gebiete anlangt,

¹⁾ Vgl. hierüber: K. Dove, Der Zusammenhang abnormer Witterung in Südwestafrika und in Mitteleuropa. Deutsche Kolonialzeitung, Berlin 1912, Nr. 22.

¹⁾ Kobelt hat das auch vom tiergeographischen Standpunkt gezeigt. Vgl. seine „Studien zur Zoogeographie“, Wiesbaden, 1897/98.

²⁾ Geschichte der Erde und des Lebens, Leipzig 1908, S. 500.

nicht ohne weiteres annehmen, daß in allen diesen Ländern eine Herabsetzung der Temperatur von mindestens 3 bis 4° die Eiszeit hervorgerufen habe.

„Wenn die Alpen zur Eiszeit höher auf dem europäischen Kontinent lagen als jetzt,“ bemerkt *Lepsius*¹⁾ treffend, „so befanden sich sehr viel größere Flächen des Gebirges über der damaligen Schneegrenze, und es waren die Temperaturen über denselben großen Gebirgsflächen sehr viel niedriger als heutzutage. Solche Ursachen haben die große Ausdehnung der alpinen Gletscher zur Haupteiszeit bewirkt.“

Was speziell Europa anlangt, so verringerte zwar die größere Ausdehnung des Festlandes nach Westen die Menge der Niederschläge, dagegen riefen die bedeutendere Höhenlage der Alpen und die mächtigere Entwicklung der Schnee- und Gletschermassen eine stärkere Abkühlung der Luftschichten über dem Gebirge und dadurch verhältnismäßig mehr Niederschläge in fester Form hervor. Das Wichtigste dabei ist eben, daß trotz der absolut geringeren Niederschlagsmenge infolge der bedeutenderen Erhebung des Festlandes zur Eiszeit weniger Gletschereis schmelzen konnte als heute.

Diese Verhältnisse sprechen ohne weiteres dafür, wie kompliziert die klimatischen Verhältnisse zur Eiszeit waren. Andere Länder mochten zur Eiszeit im wesentlichen etwa dieselbe Höhenlage wie heute gehabt haben, waren aber damals dennoch mehr vereist, weil sie infolge der Luftdruckverteilung ihrer weiteren Umgebung mehr Niederschlag als in der Gegenwart empfangen. Man braucht daher nur anzunehmen, daß die etwa stattgehabte Temperaturerniedrigung durch Auftreten größerer schneeiger Niederschlagsmengen auch in den Sommern bedeutender war, in den Wintern dagegen eine Erhöhung der Durchschnittstemperatur stattfand, so daß trotzdem, d. h. infolge der geringeren sommerlichen Erwärmung, ein geringeres Jahresmittel bestand.

Was die Ursachen für das ausgeglichene eiszeitliche Klima anlangt, so bemerkt *E. Dacqué*²⁾ sehr treffend hierzu: „Wer die Eiszeiten rein meteorologisch erklärt, derart, daß etwa infolge gewisser geographischer Zustände die Luftdruckmaxima und -minima so verteilt waren, daß dadurch Niederschlags- und Wärmeverhältnisse herbeigeführt werden, die ohne Hinzutreten eines sonstigen Faktors Vereisungen bewirkten, der muß implicite zugeben, daß diese primär und lokal entstehen können, und daß alle übrigen Eisherde sekundärer Natur, die scheinbar einheitlichen Vereisungen also genetisch ungleichzeitig sind.“ Ist doch auch andererseits, wie *Dacqué* hierzu weiter bemerkt, die Gleichartigkeit des Klimas zu anderen Zeiten über die ganze Erde hin, oder

wenigstens die milde Temperatur auch in den Polargegenden durch entsprechende Luft- und Meeresströmungen und dadurch beeinflusste Temperaturengleichnisse und Feuchtigkeitsverteilung am plausibelsten zu erklären.

Jedenfalls muß man sich stets vergegenwärtigen, daß das Regime der Niederschläge in manchen Ländern, die Glazialspuren aufweisen, zum Teil ein ganz anderes gewesen ist als heutzutage, während es z. B. in Australien dasselbe war wie in der Gegenwart, nur daß eben damals dort die Schneegrenze tiefer lag. Das geht schon ohne weiteres aus der oben geschilderten Luftdruckverteilung Europas zur Eiszeit hervor. Da zur Eiszeit infolge der über dem Eise lagernden nordischen Antizyklone die Minima nicht über Nordeuropa ziehen konnten, konnten die großen nordischen Gletschergebiete ihre Verstärkung (bzw. ihren ständigen Zuwachs) nur dadurch erhalten, daß die höchsten Teile der vereisten Gebirge schon in das Gebiet der Westwinde hineinreichten. Das geht auch aus den neuesten Beobachtungen in der Südpolargegend hervor, wo die antarktische Antizyklone bereits in einer Höhe von 2000 m nicht mehr vorhanden ist, sondern einer zyklonen Luftbewegung Platz macht. Diese Tatsache hindert aber nicht, auch an die Möglichkeit zu denken (die *Lamansky* in seiner beachtenswerten Abhandlung „Das Absterben der Gletscher und die Eiszeit“³⁾ näher erörtert hat), daß eine außerordentliche Entwicklung der Gletscher und der Inlandeisdecken von selbst eine Luftdruckverteilung schafft, die den Rückgang und Vernichtung herbeiführen. Dieser letztere Prozeß ist das Ergebnis der Abnahme der Niederschläge und eines allgemeinen Trocknerwerdens des Klimas und zwar dergestalt, daß bei der Abnahme und dem Verschwinden der Inlandeismassen nicht die Wärme die Hauptrolle gespielt hat, sondern die Verminderung des schneeigen Niederschlags unter dem Einfluß der Entwicklung eines Wettertypus, entgegengesetzt dem, bei welchem die Anhäufungen des Schnees und die Bildung der Gletscher vor sich gegangen waren. Für manche Gegenden wird dies sicher restlos zutreffen, nämlich für solche, die mit ihren Schnee- und Eismassen nicht bis in die Region der vorherrschenden Westwinde hinaufzogen. Für große Gletscher tragende Erhebungen bedarf dagegen die Ansicht *Lamanskys* wohl einer Modifizierung, und zwar dahin, daß hier die Gletschermassen ihre Unterlage allmählich durch Abtragung erniedrigen und so unter die Zone der regelmäßigen Niederschläge bringen mußten.

Nach allem kann kein Zweifel mehr darüber herrschen, daß zur Entwicklung der Eiszeit der am Ende der Tertiärperiode im wesentlichen abgeschlossene mächtige Gebirgsbildungsprozeß die

¹⁾ Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen. Abh. der Großh. Hessischen Geol. Landesanstalt zu Darmstadt, 5. Bd., Heft 1, 1910.

²⁾ a. a. O. S. 468.

³⁾ Zeitschrift für Gletscherkunde 1914, Bd. VIII, Heft 3.

erste und hauptsächlichste Ursache war. Es herrschten ja auch in dieser Beziehung ganz analoge Verhältnisse an der Wende des Paläozoikums, wo wir die permokarbene Glazialzeit antreffen.

Mit dem diluvialen Eiszeitproblem ist das der *Interglazialzeiten* untrennbar verbunden, aber es würde zu weit führen, in vieler Beziehung auch verfrüht sein, wenn wir uns auch auf dieses hochinteressante und allem Anschein nach nicht ohne besondere Schwierigkeiten lösbare Problem einlassen wollten. Auch bei diesen handelt es sich wahrscheinlich mit in erster Linie um Vorgänge, die in dem noch um die Wende des Tertiärs fast allgemein auf der Erde stattfindenden Gebirgsbildungsprozeß, d. h. in der mit diesem verbundenen Hebung oder in der zeitweise stattfindenden Erniedrigung der Gebirge begründet sind. Die von den Hauptvereisungszentren mehr oder weniger stark ausgehenden Wirkungen, die längere Zeiträume andauerten, mußten sich auch in den übrigen Ländern der Erde mehr oder weniger geltend machen. Auch wenn sich die verschiedenen Interglazialzeiten mancher Ländergebiete nicht miteinander parallelisieren lassen, da vielfach die Zahl der Vereisungen in den verschiedenen Ländern wechselt, so spricht dieser Umstand deswegen nicht gegen die von uns eben vorgebrachte Ansicht, weil eben der Klimatypus, vor allem das Niederschlagsregime, der verschiedenen Interglazialspuren führenden Länder vielfach ein grundverschiedener war. Denn wenn in einer Gegend sich das Klima änderte oder die Vereisungen stille standen, brauchte dasselbe nicht auch in einem weltenfernen Gebiet der Fall zu sein. Ja, dort hätte unter Umständen auch das Gegenteil eintreten können, indem geologisch-tektonische Vorgänge an Ort und Stelle selbst einfach die von fern her stattfindende Klimawirkung hätten parallelisieren können.

Die Eiszeit war zwar in ihrer Haupterscheinung einheitlich und gleichzeitig und hatte auch in dieser Beziehung gleiche Ursachen¹⁾. Aber zu den Ursachen kamen Wirkungen, und so entstand für das Phänomen, als Ganzes betrachtet, ein Kausalnexus, der noch dadurch verwickelter wurde, daß mehr oder weniger örtliche Einflüsse sich vielfach geltend machen mußten. Die Gründe

¹⁾ A. Penck (a. a. O.) selbst sagt hierüber: „Den absoluten Beweis für den Synchronismus von Erscheinungen der Erdgeschichte kann die Geologie nicht erbringen, und für diejenigen, die einen solchen Beweis verlangen, wird selbst die Frage offen bleiben müssen, ob die eiszeitliche Vergletscherung benachbarter Gebirge gleichzeitig war oder nicht. Wer aber mit den gewiß unzulänglichen Hilfsmitteln der geologischen Chronologie zu arbeiten versteht, wird den Eindruck teilen, daß die letzte Eiszeit die verschiedenen Teile der Erde gleichzeitig betroffen hat; denn in gleicher Frische stehen die von der letzten Vergletscherung gebildeten Formen vor uns, ob wir uns nun in Europa oder Nordamerika, in Südamerika oder Australien befinden. Überall ist die Diskrepanz zwischen Klima und Formen gleich auffällig.“

der Eiszeit wären demnach ebenso geologisch-tektonische wie klimatische; beide stehen miteinander in Wechselwirkung; sie müssen ebensowohl lokaler wie universeller Natur sein. Sicher aber sind sie auf der Erde selbst zu suchen, deren jeweiliges Antlitz sich sein Wetter und Klima selbst bereitet. Nicht etwa die hypothetische Minderung der Strahlungsintensität der Sonne ist die Ursache der Eiszeit gewesen, sondern die Eiszeit selbst war Ursache der geringeren Sonnenwärme. Diese echt geographischen Gründe erscheinen als die natürlichsten. Einer der größten Fehler aber, den die Eiszeitforschung begehen würde, wäre es, wollte sie über der Einheitlichkeit die Vielgestaltung des Phänomens vergessen — und umgekehrt. Ganz richtig bemerkt demnach E. Dacqué am Schluß seines Buches über Grundlagen und Methoden der Paläogeographie, „daß in der Natur die Erscheinungen nicht aus einer einfachen, sondern aus ineinander verwobenen Ursachenreihen bestehen, und daß darum voraussichtlich nicht die einfache, sondern die komplizierte Erklärung in Zukunft die richtige sein wird“.

Zoologische und botanische Mitteilungen.

Als Fortsetzung seiner Studien über **Bau und Leben des Gelbrandes** (Dytiscus; s. oben S. 230) bringt H. Blunck jetzt viele sehr bemerkenswerte Angaben über die Larve und Puppe dieses Wasserkäfers (s. Zool. Anzeiger Bd. 47, 1916, S. 18—31, 33—42). Wir entnehmen ihnen folgendes von allgemeinerem Interesse. Aus dem Ei, das einen Zylinder von etwa 8 mm Länge und 2 mm Durchmesser darstellt, schlüpft die junge **Larve** in noch nicht 2 Minuten aus und gelangt rasch aus dem Gewebe der Wasserpflanze, worin das Ei abgelegt war, ins freie Wasser; in diesem steigt sie durch Paddeln mit den sehr langen Beinen so schnell wie möglich an die Oberfläche, um hier sofort Luft zu schöpfen. Während sie gleich nach dem Verlassen^o des Eies etwa 10 mm lang war, ist sie nach 1½ Stunde bereits zu 15 mm Länge gediehen, 6 Tage später zu 21. Sobald die zu Anfang ganz weiche Haut hart geworden ist, wird das erst sehr scheue Tierchen zum kühnen Räuber, der sich schon bald an viel größere Wasserbewohner wagt und bei seinem steten Hunger und der erfolgreichen Jagd schließlich bis auf Fingerlänge heranwächst. Es ist und bleibt aber aufs Wasser angewiesen, geht also, wenn dieses austrocknet oder keine Nahrung mehr liefert, unweigerlich zugrunde. Zum Sehen ist die Larve durch ihre einfachen Punktaugen besser befähigt als der Käfer mit seinen Facettenaugen und merkt schon 5—10 cm weit jede Bewegung im Wasser, bleibt aber ruhig auf der Lauer, bis die Beute fast ganz nahe ist, schnellt sich dann durch einen Schlag des Hinterleibes darauf zu und schlägt die Saugzangen hinein. Diese mächtigen Waffen sind nichts anderes als die zu krummen Dolchen umgestalteten Oberkiefer; ihre Härte und feine Zuspitzung läßt sie ebenso gut in einen Pflanzenstengel wie in einen Frosch, Fisch, Regenwurm, Blutegel usw. eindringen, und ans Loslassen denkt dann die Larve nicht mehr, so stark

auch die Bewegungen des Opfers werden mögen. Ähnlich wie bei der Larve des Leuchtkäfers verläuft in den Zangen ein Kanal, und genau wie dort wird durch ihn der Magensaft in die Wunde gepumpt, vergiftet die Beute ziemlich schnell und wandelt sie allmählich in eine Flüssigkeit um, die nun (wieder durch die beiden Kanäle) aufgesaugt und im Magen völlig verdaut wird. So ist die Larve fast immer hungrig: ganz junge fressen täglich drei mittelgroße Kaulquappen, ältere können es zu 8—40 und sogar noch weiter bringen. Reicht man ihnen täglich nur eine, so fristen sie damit gerade ihr Leben, mit zwei täglich beenden sie ihre Entwicklung, aber erst in mehreren Monaten, mit 20 bis 30 dagegen schon in reichlich 3 Wochen. Abgesehen von der Menge der Nahrung hängt die Schnelligkeit der Entwicklung auch von der Wasserwärme ab, denn unter 4° C fressen die Larven nicht mehr, bei 20—25° am meisten. In der Regel sind sie in 2 Monaten ausgewachsen. Dabei häuten sie sich im Gegensatz zu den übrigen Käfern nur zweimal. Vor jeder Häutung werden sie schlaff, fressen nicht mehr und schweben am Wasserspiegel fast wie tot; ist dann glücklich die alte Haut auf dem Rücken geplatzt, so drängt sich das ganz weiche Tier aus dem Spalte hervor und dehnt sich nun schon in einer Stunde bis aufs doppelte Volumen aus. Dies wird nur dadurch möglich, daß es Luft in die Tracheen und noch viel mehr Wasser in den Darm aufnimmt, so daß alle Falten in der jungen, noch nicht verhärteten Haut sich ausgleichen, ähnlich wie der Schmetterling beim Verlassen der Puppenhaut seine Flügel durch Einpumpen von Blut in deren Adern so lange ausdehnt, bis sie steif geworden sind. Übrigens häuten sich, wie bekannt, außer dem Hinter- auch der Vorderdarm und die Tracheen; daher sind der sonst immer geschlossene Mund und sämtliche Atemlöcher (Stigmen) offen, um den Austritt der alten Hautteile zu erlauben, schließen sich aber gleich darauf von neuem. Manchen Larven gelingt die Häutung nicht, und sie müssen dann ersticken; andere werden bald nach ihr, da sie mehrere Stunden lang noch weich sind, ein willkommener Bissen für die Fische, Frösche, Molche und ihre eigenen, kräftigeren Genossen. — Spielte sich bisher das Leben des jungen Gelbrandes ganz im Wasser ab, so wird es von nun an gründlich anders: die ausgewachsene Larve, die tüchtig Fett angesetzt hat, kriecht aufs Land, just so weit, bis sie ein geeignetes Versteck gefunden hat, und gräbt sich da ziemlich rasch ein. Sie löst nämlich mit den Zangen ein Bröcklein Erde nach dem anderen los und schichtet sie zunächst um sich herum zu einem Walle auf, während sie zugleich langsam in die Tiefe rückt. Später häuft sie aber die Krümel derart an, daß sie über ihr ein Gewölbe bilden; vielleicht scheidet sie dabei aus ihren Hautdrüsen einen fettartigen Klebstoff aus. Jedenfalls wird diese sogenannte Puppenwiege, obwohl ihr Bau nur wenige Stunden kostet, recht hart und innen wie poliert; auch nach unten ist sie abgeschlossen und stellt so eine apfelgroße Kugel dar. In dieser ist nach etwa 8 Tagen die Larve so weit gediehen, daß sie ihre Haut nochmals ablegt und zur richtigen **Puppe** wird. Als solche ruht sie dem Boden der Wiege nur vorn und hinten auf, ist also vor seiner Feuchtigkeit ziemlich geschützt und hat auch am ganzen Körper einen fettigen, stark duftenden Überzug. Sie atmet äußerst lebhaft und bewegt auf Berührung oder schrille Töne den Hinterleib kräftig hin und her. Nahrung nimmt sie natürlich gar nicht zu sich, muß also die Kosten der sehr

großen Umwandlung aller inneren Organe, die Neubildung der Flügel usw. von den Stoffen bestreiten, die sie als Larve in sich aufgespeichert hatte. Gewöhnlich ist die Puppenruhe — man darf von ihr eigentlich nur im Gegensatze zum unstäten Leben der Larve reden, denn gerade in der scheinbar ganz leblosen Puppe spielen sich ja die wichtigen Vorgänge beim Aufbau des Käferkörpers ab — in 3—4 Wochen beendet. Nun platzt die Puppenhülle, und der Käfer schlüpft aus, oben bis auf die schwarzen Augen ganz weiß und überall fast butterweich. Erst nach etwa 8 Tagen hat er die richtige Farbe und Härte erreicht, so daß er die Wand der Wiege durchbrechen und sich den Weg aus der Erde ins Freie bahnen kann. Die gesamte Entwicklung vom Ei bis dahin kann in 7 Wochen erledigt sein, jedoch auch über ½ Jahr in Anspruch nehmen; ihre Dauer hängt in erster Linie von der Wärme der Umgebung ab. *M.*

Über den Zusammenhang zwischen **Klima und Körpergröße bei Säugern und Vögeln** veröffentlicht *H. v. Boetticher* eine Arbeit (s. *Zool. Jahrb. Syst.* Bd. 40, 1916, S. 1—56) und gelangt darin wesentlich zu den nämlichen Ergebnissen wie schon 1849 der bekannte Physiologe *Bergmann*. Dieser hatte aus dem einfachen mathematischen Satze, daß, je größer ein Körper, um so geringer seine Oberfläche im Vergleich zu seiner Masse ist, die Folgerung gezogen: von zwei einander nahe verwandten Warmblütern strahlt der kleinere verhältnismäßig mehr Wärme aus als der größere, muß also unter sonst gleichen Bedingungen gegen diesen im Nachteile sein. So erkläre es sich, daß die kleinen in den warmen Gegenden leichter zu leben vermöchten, die größeren in den kalten. Da nun neuerdings *Bergmanns* Theorie auf Widerspruch gestoßen war, so hat *Boetticher* sie sorgsam geprüft — zum Teil durch eigene Messungen in den Berliner zoologischen Museen — und im allgemeinen bestätigt, namentlich an Säugetieren. Und wo er die obige Beziehung zwischen Klima und Körpergröße nicht zutreffen sieht, da findet er meist andere Mittel zum Schutze gegen die Kälte angewandt, als da sind: ein dichter Haar- oder Federkleid, ein Fettpolster unter der Haut, den Winterschlaf usw. Natürlich gilt das Gesagte nur von den wild lebenden Tieren, denn die gezähmten werden ja absichtlich dem irgendwie schädlichen Einflusse des Klimas soweit irgend möglich entzogen, und ebensowenig vom Menschen selber. *M.*

Die Frage nach der **Herkunft der Gallenfarbstoffe** ist mit Sicherheit noch nicht entschieden. Die Ähnlichkeit ihrer chemischen Zusammensetzung mit der des Hämatoporphyrins läßt auf einen genetischen Zusammenhang mit dem Hämoglobin schließen und nach einer ziemlich allgemein angenommenen Theorie sollen sich die Gallenfarbstoffe aus dem Hämoglobin der zerfallenden Blutkörperchen ableiten und auf dem Wege durch die Leber abgeschieden werden. *C. H. Whipple* und *C. W. Hooper* (*Amer. Journ. of Physiol.* 40/2, 332—360, 1916) teilen nun einige Beobachtungen mit, welche diese Theorie als zweifelhaft erscheinen lassen. Sie zeigten zunächst bei Hunden mit Gallenfistel, daß die Ausscheidung von Gallenfarbstoffen in der Galle bei gemischter Diät von sehr konstanter Größenordnung ist. Sie beträgt pro Kilogramm Körpergewicht und während 6 Stunden ca. 1 mg. Bei reichlicher Kohlehydratzufuhr oder auch intravenöser Injektion von Zuckerlösungen erfolgt eine einige Stunden anhaltende Mehrausscheidung von Gallenfarbstoff, die um 30 bis

100 % die Norm überschreiten kann. Bei reiner Fleischkost erscheint die Gallenfarbstoffausscheidung gegenüber den mit gemischter Kost ernährten Tieren herabgesetzt. Andererseits hat die Verfütterung von Blut oder Gallenfarbstoff selbst keine wesentliche Farbstoffausscheidung in der Galle zur Folge, wie eigentlich nach obiger Theorie zu erwarten wäre. Es scheint also, daß die Leber die Fähigkeit hat, aus anderen Stoffen als aus Hämoglobin (vermutlich aus den Pyrrolkern enthaltenden Substanzen) Gallenfarbstoffe zu bilden, und daß Kohlehydrate auf noch unbekannte Weise die Ausscheidung von Gallenfarbstoffen anregen. Jedenfalls spielt die Leber bei ihrer Synthese eine gewisse Rolle, und die Verfasser werfen die Frage auf, ob die Leber nicht auch bei der Bildung anderer Farbstoffe, und zwar namentlich des Hämoglobins, von Bedeutung ist, dessen Vorstufen vielleicht in der Leber gebildet werden.

J. M.

Über eine nach den Mendelschen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der *Mirabilis Jalapa*. *Correns* behandelt (*Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik* Bd. 56, 1915) eine bei *Mirabilis Jalapa* beobachtete Krankheit, die sich darin äußert, daß auf den Blättern schmutzigbraune Flecken auftreten (daher der Name „Sordago“). Die Flecken kommen dadurch zustande, daß da und dort im Palisadenparenchym mosaikartig einzelne oder mehrere Palisadenzellen zusammenschrumpfen und absterben. Später wird dann auch die darüberliegende Epidermis von dem Vorgang ergriffen. Die von der Krankheit befallenen Individuen sind viel kleiner und schwächlicher als normale Pflanzen. Ein Krankheitserreger konnte nicht nachgewiesen werden, und die Tatsachen lassen es auch als sehr unwahrscheinlich erscheinen, daß es sich um eine Infektionskrankheit handelt. Vor allem spricht der Umstand dagegen, daß Sordago nach den Mendelschen Gesetzen vererbt wird. Kreuzt man eine normale Pflanze mit einem homozygotischen Sordagoindivuum, dann zeigt die erste Generation normales Aussehen. Das Sordago Merkmal ist also rezessiv. In der zweiten Generation tritt dann die übliche Spaltung ein. $\frac{1}{4}$ der Individuen sind gefleckt und erweisen sich im weiteren Verlauf als konstant; $\frac{3}{4}$ sehen normalgrün aus, spalten aber in $\frac{1}{3}$ dauernd normale und $\frac{2}{3}$ wiederum mendelnde Heterozygoten. An diese Befunde knüpft *Correns* sehr bedeutungsvolle Betrachtungen an, die den Geltungsbereich der sogenannten Presence-Absence-Theorie zum Gegenstande haben. „Nach der genannten Hypothese ist von den zwei Eigenschaften, die ein mendelndes Merkmalspaar bilden, die eine durch die Anwesenheit einer bestimmten Anlage, eines Genes, für das betreffende Merkmal bedingt, die andere durch das Fehlen dieser Anlage.“ Ist z. B. die genotypische Konstitution einer bestimmten Form $n + A + B + C + D$, so hat die neu entstehende jüngere die Formel $n + A + B + C + D + E$, weil eine neue Anlage, nämlich E hinzugetreten ist. Diese Erklärungsweise, die sich bei zahlreichen Kreuzungsverhältnissen bewährt hat, kann auf den geschilderten Fall nicht übertragen werden. „Wendet man die Presence - Absence - Hypothese hier an, so muß man daraus, daß der normale Zustand dominiert, schließen, daß der sordida-Zustand durch das Fehlen einer Anlage bedingt sei. Die Sordago müßte also, was den Bau des Blattes anbetrifft, einen phylogenetisch älteren Zustand darstellen, einen Zustand, den die *Mirabilis Jalapa* auf ihrem phylogenetischen Werdegang einmal durchlaufen hätte. Der gesunde Zustand verdeckte heutzutage diesen krankhaften.“ Da

aber nicht anzunehmen ist, daß die sordagokrassen, eben noch existenzfähigen Individuen die Vorfahren der gesunden sein sollten, so weist *Correns* mit Recht diese Möglichkeit zurück, ebenso wie einige etwas gekünstelten Hilfhypothesen, mit denen man die Theorie retten könnte. Sordago muß durch progressive Mutation erklärt werden, und somit kann hier wie in ähnlichen bisher bekannt gewordenen Fällen, wo das rezessive Merkmal nicht als stammesgeschichtliche Vorstufe angesehen werden darf, die Presence-Absence-Theorie keine Geltung besitzen. Wie man sich aber derartige Beispiele erklären soll, dafür sind noch keine Anhaltspunkte vorhanden.

P. St.

Über den Einfluß der abgetöteten Hefe auf die Verdauungsfermente. Von Dr. *Max Winckel*. Seine Untersuchungen zeigen, daß die abgetötete Hefe die Diastase- und Pankreasverdauung günstig beeinflusst; sie zeigen aber auch, daß die Gärkraft der medizinischen Dauerhefe auf die Verdauungsfermentationen keinen wesentlichen Einfluß ausübt. *Winckel* wollte feststellen, welchen Hefenbestandteilen die fermentanregende Wirkung zuzuschreiben war, ob der Zelle als Gesamtorganismus oder dem Hefextrakt oder den mineralischen Bestandteilen. Nach den angeführten Fermentversuchen und Analysenresultaten *Winckels* wird man zum Schlusse genötigt, daß der therapeutische Wert der Hefe in keinem Zusammenhang mit deren Gärkraft steht, sondern daß die Hefezelle als solche oder die Nukleinsubstanz der abgetöteten Dauerhefe deren Wirksamkeit ausmacht. (*Münch. Mediz. Wochenschrift*, 62. Jahrg., Nr. 30.)

W.

Bakterienmutationen, Allogonie, Klonumbildungen. In der neueren bakteriologischen Literatur beginnt sich mehr und mehr das Wort „Mutation“ einzubürgern, so daß es nötig wird, sich darüber Rechenschaft zu geben, ob diese Begriffsübertragung statthaft ist. Dies ist die Frage, die *Lehmann* (*Centralbl. f. Bakt. u. Parasitk. I. Abt., Bd. 77*, 1916) behandelt. Dabei geht er zunächst auf die von *de Vries* in seiner „Mutationstheorie“ gegebene Definition zurück. Danach ist eine Mutation die Veränderung einer Erbinheit, die nicht auf Bastardierung beruht, und die sich äußerlich durch Veränderung eines oder mehrerer Merkmale kundgibt. Daß solche selbständige Erbinheiten, die sich durch Bastardierung trennen, vereinigen und in der mannigfaltigsten Weise miteinander kombinieren lassen, im Organismus tatsächlich existieren, haben ja schon die alten Mendelschen Versuche gezeigt. *de Vries* stellte nun noch als weitere wesentliche Eigenschaften der Mutationen hin, daß sie sprungweise auftreten, zu starken Abänderungen führen, richtungslos verlaufen und durch innere Gründe bedingt sind. Doch die neueren Fortschritte der Vererbungslehre haben gezeigt, daß diese ergänzenden Bestimmungen keineswegs das Wesen der Mutationen betreffen. Danach gelangt Verfasser zu der vereinfachten Formulierung: „Eine Mutation ist die Änderung eines Gens, wobei die Veränderung nicht durch Kombination, d. h. also durch Umgruppierung oder Aufeinanderwirkung von verschiedenen Genen zustande kommt.“ Der in dieser Definition gebrauchte, von *Johannsen* eingeführte Ausdruck „Gen“ deckt sich mit Erbinheit. Läßt sich nun diese Begriffsbestimmung auf die sog. „Bakterienmutationen“ anwenden? Das ist nun zweifellos praktisch undurchführbar. Man kann zwar aus theoretischen Gründen bei den Bakterien ebensogut eine genotypische Konstitution postulieren wie bei den höheren Pflanzen. Da aber der ein-

zige Weg, eine solche Konstitution zu zergliedern, in der Kreuzung besteht, so bleibt die Übertragung dieses Begriffs auf die Bakterien, bei denen sexuelle Vorgänge fehlen, durchaus steril. Damit hat aber auch der Begriff der „reinen Linie“ = Summe aller Individuen, die von einem einzelnen, absolut selbstbefruchtenden homozygotischen Individuum abstammen, bei den Bakterien seinen Geltungsbereich verloren. Deswegen hat man für den gleichartigen Nachkommenkreis eines einzelnen Bakteriums den Terminus „Klon“ geprägt. Ein solcher Klontypus kann natürlich in derselben Weise wie eine reine Linie unter bestimmten Umständen eine dauernde Veränderung erleiden, wir dürfen dies aber nach der gegebenen Definition nicht als Mutation bezeichnen; Verfasser schlägt vielmehr den Namen „Klonumbildung“ vor. Allerdings lassen sich solche Klonumbildungen von gewöhnlichen Modifikationen, bei denen meist sofort bei der Rückkehr zu den alten Verhältnissen ein Rückschlag zum ursprünglichen Typus stattfindet, nicht scharf trennen. Denn eine Mo-

difikation kann nachwirken. Dies ist z. B. bei den weißen Stämmen des *Bacillus prodigiosus* der Fall. „Kultiviert man diesen auf einem reichlich stärkehaltigen Substrat bei Zimmertemperatur, so fangen die Bazillen nicht sofort mit der Produktion der roten Farbe an, sondern es vergehen Stunden, oft sogar Tage. Nach dieser Zeit, während welcher aber schon sehr zahlreiche Zellteilungen erfolgt sind, tritt erst die Farbstoffbildung auf. Man sieht, die Modifikation überdauert hier schon mehrere Generationen.“ Noch auffälligere Belege für solche „Dauermodifikationen“ hat Jollos bei *Paramöcium* gefunden. Hier konnte eine besondere, durch bestimmte Kulturverhältnisse angezüchtete Eigenschaft, die Giftfestigkeit gegen arsenige Säure, über mehr als 600 Teilungen festgehalten werden. Man ist daher nie sicher, ob nicht bei den Umwandlungen der Bakterien doch noch einmal nach längerer Zeit ein Rückschlag stattfindet. Schon aus diesem Grunde empfiehlt es sich, den Ausdruck „Mutation“ zu vermeiden. P. St.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

20. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Herr Diels.

1. Herr Planck legte eine zweite Mitteilung der Herren Prof. Dr. M. Born und Dr. F. Stumpf in Berlin vor: *Über anisotrope Flüssigkeiten. Die Temperaturabhängigkeit der Brechungsindizes senkrecht zur optischen Achse.* (Ersch. später.) Die Formeln der ersten Mitteilung von Prof. Dr. M. Born, welche die Temperaturabhängigkeit der Brechungsindizes in der anisotropen und der isotropen Phase flüssig-kristallinischer Substanzen darstellen, werden an einigen der

vorliegenden Messungen geprüft und bestätigt gefunden. Ferner wird das elektrische Moment der in diesen Substanzen angenommenen Dipole berechnet und die Größe der zu erwartenden elektrischen Doppelbrechung in der isotropen Phase abgeschätzt.

2. Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Herr Luschin von Ebengreuth in Graz hat am 18. Juli das fünfzigjährige Doktorjubiläum gefeiert; die Akademie hat ihm aus diesem Anlaß eine Adresse gewidmet.

Die Akademie hat in der Sitzung vom 6. Juli den Geheimen Rat Professor Dr. Karl von Linde in München und den Chef der Firma Schott in Jena, Dr. Otto Schott, zu korrespondierenden Mitgliedern ihrer physikalisch-mathematischen Klasse gewählt.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 6, 1916.

Über das Auftreten der Harpacticidengattungen Epactophanes Mrázek und Parastenocaris Kessler in Surinam; von R. Menzel. In Moos aus dem Kulturgarten von Paramaribo, wo es in den Blattachseln einer Palme wächst, wird *Epactophanes muscicola* (1 ♀) und *Parastenocaris staheli* n. sp. (1 ♂) festgestellt, ferner in einer Moosprobe 120 km landeinwärts am Brownsberg aus einem Wasserfall das Männchen einer weiteren *Parastenocaris*-art. Beide Gattungen genießen eine weite geographische Verbreitung, ähnlich der ebenfalls eine große thermische Anpassungsfähigkeit besitzenden *Viguiella* (*Phyllognathopus* Mrázek) *cocca* Maupas. Beide *Parastenocaris*-männchen sind nahe verwandt mit den beiden bis jetzt bekannten Arten des Genus (*P. brevipes* Kessler und *P. fontinalis* Shnitler und Chappuis).

Einleitend wird die Frage der Identität von *Epactophanes muscicola* (Richters) und *Epact. richardi* Mrázek kurz berührt.

Rhizochrysis; von Franz Doflein. *Rhizochrysis* ist eine Chrysomonadine, welche geißellos ist. Sie besitzt heliozoenähnliche Gestalt und zarte, mit Achsenfäden versehene Pseudopodien. Sie gleicht einem Rhizopoden und nimmt wie ein solches geformte Nahrung bei amöboider Beweglichkeit auf. Dabei besitzt sie aber ein gelbgrünes Chromatophor und produziert Volutin und ein Kohlehydrat als Stoffwechselprodukt. Die Teilung erfolgt nachts, wobei das Chromatophor frühzeitig geteilt wird. Die Kernteilung geht nach dem Modus niederster Protozoen vor sich und wird genau beschrie-

ben. Mißlingt die Teilung des Chromatophors, was nicht selten der Fall ist, so geht aus der Teilung ein pflanzliches und ein rein tierisches Individuum hervor. Pflanze im Moment der Tierwerdung.

System und Stammesgeschichte der Scleraxonier und der Ursprung der Holaxonier; von W. Kükenthal. Die sehr artenreiche Oktokorallenordnung der Gorgonarien sucht Verfasser zum ersten Male in ein System zu bringen. In diesem Kapitel wird nachgewiesen, daß die Gorgonarien aus membranös verbreiteten Aligonarien entstanden sind, die der Gattung *Aleyonium* nahe stehen, in ihrer Unterschicht aber ein Hornskelett ausbilden, das bei der Ausbildung solider Stämme, die durch Einrollung und Röhrenbildung der membranösen Basis entstehen, schließlich zur Achse wird. Die Holaxonier sind nicht, wie allgemein angenommen wird, anderer Herkunft wie die andere Unterordnung der Scleraxonier, sondern aus diesen entstanden.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 7, 1916.

System und Stammesgeschichte der Scleraxonier und der Ursprung der Holaxonier; von W. Kükenthal. (Fortsetzung.)

Zebroide Streifung an russischen Pferden; von Hans Krieg.

Das Kleinhirn der Hausvögel; von Ludwig Reisinger. Das Kleinhirn der Vögel besteht nur aus dem Kleinhirnmittelstück (Vermis) und je einem seitlichen Lappen, welcher dem Flocculus der Säuger entsprechen dürfte. Der Wurm weist eine individuell verschiedene Anzahl von Querwülsten auf. Der mikroskopische Bau

des Vogelkleinhirns ist im wesentlichen dem des Säugerkleinhirns gleich, doch sind die Purkinjeschen Zellen der Vögel kleiner als die der Säugetiere. Zerstörung des Kleinhirns der Vögel hat wie bei den Säugern Störungen der Körperhaltung zur Folge, welche bei einem Hahn am siebenten Tag nach der Operation sich zu kompensieren begannen. Das Kleinhirnmittelstück der Vögel ist somit ebenso Organ des Statotonus im Sinne *Edingers*, wie das mächtig entwickelte Kleinhirn der Säuger.

Nomenklatorische Reformen. I. Das Systemzeichen im Gattungsnamen; von *Franz Heikertinger*. Die heutige Bezeichnung eines Lebewesens enthält keinerlei unmittelbaren Hinweis auf dessen systematische Stellung; wir ersehen aus keinem Namen, ob er einer Pflanze oder einem Tier eignet. Verfasser schlägt nun in kritischer Abänderung älterer Vorschläge (*Harting*, *Rhumbler*) vor, jedem Namen einer Gattung (und höheren Kategorie) ein aus drei Buchstaben des lateinischen Alphabets gebildetes wohlklingendes „Systemzeichen“ voranzustellen, z. B. *Pya* für Fliegen: *Pyamusca* usw. Die Kennzeichnung erfolgt bis zur Ordnung herunter; die Verteilung der Zeichen erfolgt alphabetisch nach der Reihenfolge des Systems. Hierdurch wird jedes alphabetische Register von selbst zu einem systematischen Überblick. Jeder Interessent einer bestimmten Organismengruppe braucht nicht das ganze Register durchzugehen, sondern findet alle ihn betreffenden Namen an einer bestimmten Alphabetstelle. Jedem nackten Namen ist unmittelbar zu entnehmen, welcher Pflanzen- oder Tierordnung sein Träger angehört.

Archiv für Naturgeschichte, Abteilung A; Heft 8, 1915.
(Ausgegeben am 1. April 1916.)

Die Limacodiden und ihr Fraß bei Eberswalde; von *Anton Krauß*. Verf. konnte die beiden durch ihre eigenartigen Raupen ausgezeichneten Lepidopteren bei Eberswalde eingehend studieren. An der Hand von 10 Textfiguren und 2 Tafeln werden die Raupen, Cocons, Imagines, Fraßbilder usw. besprochen.

Neuere Untersuchungen über die Verbreitung der freilebenden Copepoden am Niederrhein und ihre Biologie; von *Bernhard Farwick*. Die Arbeit über die Copepoden liefert den Nachweis von 25 Arten aus der Familie der Cyclopidae, wovon als neuentdeckte *Cyclops nanus*, *macrurus* und *incertus* verzeichnet sind. Die Zahl der für Deutschland angegebenen Arten des Genus *Cyclops* von *van Douve* in *Bräuers Süßwasserfauna* erhöht sich durch Einfügung von *nanus* und *serrulatus* var. *denticulata* von 27 auf 29. Von Centropagiden sind die 3 Arten *castor*, *gracilis* und *vulgaris* des Genus *Diaptomus* und *velox* des Genus *Eurytemora* aufgeführt. Ilarpactiden sind mit 8 Arten des Genus *Canthocamptus*, nämlich *crassus*, *gracilis*, *microstaphylinus*, *trispinosus*, *minutus*, *northumbrius*, *pygmaeus*, *staphylinus* und mit 1 Art aus dem Genus *Nitroca*, nämlich *hibernica* vertreten. Die Artenzahl an Copepoden im niederrheinischen Gebiet schließt Ende 1915 mit 40 Arten ab.

Kurzflügler aus dem deutschen Schutzgebiet Kiautschau und China; von *Max Bernhauer*. In dieser Abhandlung wird eine Anzahl Staphyliniden aus dem bisher entomologisch sehr wenig bekannten östlichsten China beschrieben, darunter 2 *Diancus*, 2 *Stenus*, 2 *Paederus*, 2 *Philonthus*, 1 *Tolmerus*, 2 *Staphylinus*, 1 *Eucibdelus*, 1 *Quedius* und 1 *Silusa* (?). Die Fauna schließt sich der paläarktisch-japanischen nahe an.

H. Sauters Formosa-Ausbeute: Noctuidae p. p., Aganaiidae, Saturniidae, Uraniidae, Cossidae, Callidulidae und Aegeriidae; von *Embrik Strand*. Behandelt das von dem bekannten zoologischen Sammler *Sauter* auf Formosa zusammengebrachte und dem Deutschen Entomologischen Museum überwiesene Material der im Titel angegebenen 7 Lepidopteren-Familien. 2 Aegeriiden-Gattungen, 4 Aegeriiden-Arten, 1 Cossiden-Art und einige Nebenformen sind nur für die Wissenschaft.

Neuere Untersuchungen über die Verbreitung der Cladoceren am Niederrhein und ihre Biologie; von

Bernhard Farwick. In der Arbeit über die Cladoceren ist die Zahl der Arten mit 61 abgeschlossen. In einer besonderen Liste sind folgende neuentdeckte 10 Arten und Varietäten, nämlich: *Acroperus harpae* subsp. *frigida* . . . subsp. *angustatus*, *Alona guttata* var. *tuberculata*, *Camptocercus Lilljeborgii*, . . . *rectirostris*, *Daphne longispina* var. *hyalina* f. *galeata*, *D. pulex* var. *Middendorffiana*, *Ilicryptus agilis*, *Macrothrix laticornis* und *Monospilus dispar* aufgestellt. Reiches biologisches Material ist in beiden Arbeiten niedergelegt.

Ameisen von Singapur. Beobachtet und gesammelt von H. Overbeck; von H. Viehmeyer. Die Arbeit bringt die Aufzählung von 191 verschiedenen von Herrn *H. Overbeck* gesammelten Ameisenformen, die Neubeschreibung 1 Gattung, 1 Untergattung, 16 Arten, 13 Unterarten, 15 Varietäten, die Beschreibung bisher unbekannt geliebener Geschlechtstiere von 22 Arten, sowie zahlreiche Bemerkungen des Beobachters über die Lebensweise der betreffenden Formen.

Über wenig bekannte und neue Wassermilben der Gattung Hydryphantes von Borkum, Juist und Ostfriesland; von *F. Koenike*. Drei bereits früher kurz gekennzeichnete *Hydryphantes*-Arten werden unter Beifügung mehrerer Abbildungen ausführlicher beschrieben. Daran schließt sich die Bekanntgabe von 10 weiteren Arten derselben Gattung, von denen mehrere mit *H. dispar* Schaub nahe verwandt sind und früher irrtümlich auf diese Art bezogen wurden.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie;
Band 32, Heft 4, 1916.

Über die Mallorysche Bindegewebsfärbung mit Karmin und Azokarmin als Vorfarben; von *M. Heidenhain*. Verf. wünschte die Epithelien der Schilddrüse möglichst scharf und rein von dem Bindegewebe zu trennen. Um die Mallorysche Bindegewebsfärbung anwenden zu können, schickt er eine sehr haltbare Färbung der Kerne mit Azokarmin voraus (Überfärbung und Differenzierung in Anilin 1:1000 96-prozentigen Alkohols). Darauf beizt er in Phosphorwolframsäure und findet, daß dadurch die nachfolgende Anilinblaufärbung nach *Mallory* sich in elektiver Weise auf das Bindegewebe beschränkt. Die Färbung ist allgemein anwendbar.

Über eine neue Modifikation zu den Färbungsmethoden von Glia-Strukturen; von *E. Pötter*. Verf. berichtet über eine neue Modifikation zur Färbung von Glia-Strukturen. Zur Nachbehandlung der gut fixierten und kupfergebeizten Organstücke empfiehlt Verfasser eine 20-prozentige Lösung des käuflichen Agfa-Metol-Hydrochinon. Als Farbstoff fand das bereits in der Färbetechnik angewandte Viktorialblau Verwendung.

Histologische und chemische Untersuchungen über Chromoform (Methylformindichromat) als Fixationsmittel; von *Hellmuth Simons*. Verf. hat das von Dr. K. B. Schmitz in Breslau dargestellte Chromoform (Methylformindichromat), welches als haltbarer Ersatz der Orthschen Flüssigkeit gedacht ist, an den verschiedensten normalen und pathologischen Organen histologisch bezüglich seiner Verwendbarkeit für Paraffinschnitte geprüft und recht brauchbar gefunden. Besonders geeignet erscheint es zur Darstellung der fibrillären Muskelstruktur und der Querstreifung, der Gitterfasern in der Leber und Bielschowskyschen Bindegewebsversilberung im allgemeinen. Von pathologischem Material ist die gute Fixation der verschiedensten Tumoren erwähnenswert, besonders solcher mit stark bindegewebiger Natur.

Biochemische Zeitschrift; Band 75, Heft 1/2, 1916.

Über osmotische und kolloidale Eigenschaften des Muskels; von *Hans Winterstein*. Die Zerstörung der Gewebsstruktur durch Zerkleinerung bietet ein einfaches Mittel, die kolloidalen und die osmotischen Eigenschaften von Geweben gesondert zu untersuchen. Die

nachträgliche Wasserabgabe gequollener Muskeln ist osmotischer und nicht kolloidaler Natur. Die geronnene Muskelsubstanz besitzt kein geringeres, sondern in reinen Säurelösungen sogar ein größeres Wasserbindungsvermögen als die genuine. Damit entfällt jeder sichere Anhaltspunkt für die Deutung der Lösung der Totenstarre als „Entquellungsvorgang“. Die Permeabilität des normalen Muskels für Kochsalz ist, wenn überhaupt vorhanden, sehr gering; mit der Dauer der Aufbewahrung steigt sie an und führt schließlich zu einer fast freien Salzdurchgängigkeit (völligem Verlust der „Semipermeabilität“). Koagulation des Muskeleiweißes hat die gleiche Wirkung. Hierdurch finden die vermeintlichen „Entquellungsvorgänge“ ihre einfache Erklärung.

Beiträge zur Kenntnis der Narkose. IV. Narkose und Permeabilität; von Hans Winterstein. Die Methode der direkten Untersuchung der Wasser- und Salzdurchgängigkeit von Muskelmembranen ermöglicht eine endgültige Klärung der Beziehungen zwischen Narkose und Permeabilität. Die Narkotika in narkotischer Konzentration vermindern die Permeabilität für Wasser hochgradig und völlig reversibel. An den normalen Geweben ist wegen ihrer geringen Salzdurchgängigkeit eine Permeabilitätsverminderung nicht nachweisbar; an Muskelmembranen, die durch Abtötung ihre elektive Permeabilität eingebüßt haben, ist sie direkt feststellbar. Auch hier ist sie vollkommen reversibel. Bei hohen Narkotikumkonzentrationen tritt vor allem als Nachwirkung eine irreversible Durchgängigkeitserhöhung ein. Diese Feststellungen ermöglichen eine allgemeine Theorie der Wirkungen der Narkotika.

Physikalische und chemische Vorgänge im überlebenden Muskel als Ursache der Totenstarre; von Leonhard Wacker. Bei der Neutralisation der im absterbenden Muskel aus Glykogen entstehenden Milchsäure bildet sich Monoalkaliphosphat aus Dialkaliphosphat, freie Kohlensäure aus Bikarbonat, und ferner scheidet sich aus Alkalialbuminat die Eiweißkomponente ab. Die Totenstarre wird demnach verursacht durch den Druck der Kohlensäure, durch die Steigerung des osmotischen Druckes beim Zerfall des großen kolloidalen Glykogenmoleküls in die kleineren kristalloiden Milchsäuremoleküle. Wahrscheinlich trägt das abgeschiedene voluminöse Albuminat-Eiweiß zur Versteifung des Muskels bei. Die postmortale Wärmebildung ist die notwendige Folge des Neutralisationsvorganges, weil jede Neutralisation exothermisch verläuft. — Unter physiologischen Verhältnissen wird das bei der Neutralisation entstehende Alkalilaktat wiederum zu Alkalibikarbonat oxydiert; letzteres ist also das Endprodukt des Kohlehydratabbaues im Organismus. Bei der Kohlensäureentbindung durch Milchsäure aus Bikarbonat fungieren Dialkaliphosphate und Albuminate als Druckregulatoren, da die in Frage kommenden chemischen Prozesse „reversibel“ sind.

Chemischer Bau und pharmakologische Wirksamkeit in der Digitalisgruppe; von Walter Straub. Die verbreitete Meinung, daß die Digitalisglykoside nach Abspaltung ihres Zuckers unwirksam werden, ist nicht allgemein richtig. Wenn es gelingt, die schwer löslichen Gennine in wässrige Lösung zu bringen, erweisen sie sich alle als wirksam, wenn auch weniger wie die ganzen Zuckeräther. Die Verätherung mit Zucker ist das Optimum für die Wirksamkeit, denn Benzoesäuregeninester des Strophanthidins ist weniger wirksam wie Strophanthidin. Für die Wirksamkeit des Strophanthidins ist wesentlich die im Strophanthidin enthaltene Laktongruppe. Ihre Aufspaltung zur Säure vermindert die Wirksamkeit des noch glykosidischen Moleküls um das 500-fache.

Annalen der Physik; Heft 12, 1916.

Über die Geschwindigkeit der Kanalstrahlteilchen; von T. Retschinsky.

Die physikalische Struktur des Phasenraumes; von Max Planck. Während die Anwendungen der Quantenhypothese sich bisher immer nur auf Systeme mit einem einzigen Freiheitsgrad, nämlich geradlinige Oszillatoren und Rotatoren mit fester Drehungsachse, bezogen, enthält die vorliegende Arbeit den Versuch, die Quantenhypothese für ein System von mehreren Freiheitsgraden zu formulieren. Dabei zeigt sich die Notwendigkeit, verschiedene Arten von Freiheitsgraden, nämlich „kohärente“ und „inkohärente“, zu unterscheiden, je nachdem die Freiheitsgrade zu gemeinsamer oder zu verschiedenartiger Quantenteilung Anlaß geben.

Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf die Tripletserien des Quecksilbers und die Dupletserien des Aluminiums; von G. Wendt und R. A. Wetzel. Die Linien der ersten Hg-Triplet-Nebenserien werden mit steigender Gliednummer in wachsendem Maße von dem elektrischen Feld zerlegt oder verschoben, die Linien der ersten Al-Dupleten-Nebenserie nicht in merklichem Betrage unter den gewählten Versuchsbedingungen. Es wird gefolgert, daß für den Effekt des elektrischen Feldes auf Serienlinien nicht die Größe des Atomgewichts, sondern die Zahl der an der Atomoberfläche sitzenden, leicht verschiebbaren Elektronen (Valenzelektronen) maßgebend ist.

Über die Symmetrie der Kristall-Röntgenogramme; von M. v. Laue. Die Frage, ob jedem Kristall für die Röntgenstrahlbeugung ein Symmetriezentrum zukommt, ist von Friedel (Compt. Rend. 1913) auf Grund geometrischer Überlegungen bejaht worden. Verfasser widerlegt diesen Beweis und zeigt, daß diese erfahrungsgemäß zutreffende Tatsache nur so zu erklären ist, daß in einem Raumgitter alle darin vertretenen Atome mit der gleichen Phasendifferenz auf die einfallende Röntgenwelle ansprechen. Zum Schluß wird daraus ein einfacher Satz über die Durchstrahlung eines Kristalls in entgegengesetzten Richtungen abgeleitet.

Über die elektrischen Erscheinungen der Grenzflächen von wässrigen Lösungen und Isolatoren; von G. Borelius.

Verdichtung von Metaldämpfen an abgekühlten Körpern; von Martin Knudsen. Es wird untersucht, welche Temperatur eine feste Wand, meistens Glas, haben muß, um jedes anstoßende Molekül schon beim ersten Anstoß festzuhalten.

Physikalische Zeitschrift; Heft 12, 1916.

Die öligen Streifen schleimig- und tropfbarflüssiger Kristalle; von O. Lehmann. Die in homogenen flüssigkristallinen Schichten scheinbar auftretenden Streifen einer fremden ölartigen Flüssigkeit sind optische Täuschungen, bedingt durch zwillingsartige Strukturstörungen, wie sie bei schleimig-flüssigen Kristallen als „konische Störungen“, bei tropfbar-flüssigen als „Fäden mit Hof“ bekannt sind. Bei ersteren können Ketten konischer Störungen entstehen, indem sich die Achsen der Kegel zu Ringen zusammenbiegen und mit den Basisringen verketten; bei den letzteren kann eine spiralförmige Verdrehung der „Fäden“ und der Zwillingsflächen eintreten, die als gleichmäßige Schraffierung erscheint. Bei zähflüssigen Kristallen zeigen sich nur fächerartige Molekülanordnungen ohne ölige Streifen. Desgl. bei H. Sandquists flüssigen Kristallen.

Über die Dispersion und Absorption von dünnen Metallschichten; von B. Pogány.

Flammen als physikalische Apparate; von B. Thieme. Es wird eine berichtende, zusammenfassende Literaturübersicht über die leuchtende Kohlenstofflamme (Kerzenlampe) gegeben. Es werden dabei verschiedene neue Anwendungen der Flammen als physikalische Apparate nach den Untersuchungen des Verfassers besprochen. Für die Beurteilung der Flammen und ihre Literatur ist die Kenntnis dieses zusammenfassenden Aufsatzes von Bedeutung.

Über die Isotopen sämtlicher chemischen Elemente; von A. van den Broek. Zwischen den Ordnungszahlen 90 und 84 werden in den 3 radioaktiven Reihen folgende

Teilchen ausgestoßen: $\alpha\alpha\alpha\alpha\beta\beta$. Regelmäßige Durchführung nach demselben Schema durch das ganze periodische System würde eine Reihe von (etwa 400) neuen theoretischen Atomarten geben. Auffallenderweise liegen die bekannten (sogenannten) Atomgewichte — bekanntlich Mittelwerte — vollständig innerhalb der 10 gegebenen Grenzen.

Über pulsierende Wirbelringe; von A. Korn. Die Wechselwirkungen von Wirbelringen in einer Flüssigkeit ähneln den Wechselwirkungen elektrischer Ströme. Bei den mechanischen Auffassungen des Verfassers ist das Bild eines elektrischen Stromes ein Paar von nahe aneinanderliegenden Wirbelringen, deren Wirbelgeschwindigkeiten entgegengesetzt sind, und die zugleich Pulsationsschwingungen entgegengesetzter Phase ausführen. Die kurze Abhandlung bezieht sich auf die angenäherte Aufstellung der durch solche Wirbelringe hervorgerufenen Geschwindigkeiten.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Juli 1916.

Schätzungsfehler bei Ablesungen meteorologischer Instrumente; von Wilhelm Schmidt. Bei vielen Ablesungen, denen meteorologischer Instrumente in der Regel, wird die letzte Stelle geschätzt. Dabei bevorzugt der Beobachter unwillkürlich bestimmte Ziffern, benachteiligt andere, macht also einen Fehler. Der wahrscheinliche Wert des letzteren läßt sich nun leicht ableiten und bietet ein einfaches und zuverlässiges Mittel, die Güte der Beobachtungen abzuschätzen. Zum großen Teil hängt diese vom Beobachter ab, seiner Verlässlichkeit und der Schärfe seines Auges. Eine gleichbedeutende Rolle spielt aber auch der Bau des Instrumentes, bei Skalen also die Art der Teilung, Abstand, Dicke der Striche u. a. Über die empfehlenswerteste Ausführung lassen sich so unbeeinflusste Beweise bringen, was, ebenso wie das Urteil über die Güte des Beobachters, insbesondere für die Zentralstellen ausgedehnter Beobachtungsnetze von Wert sein muß.

Verbesserungen an dem einfachen Winkelspiegel; von R. Oltag. Der beabsichtigte Winkel kann mittels des Winkelspiegels nur dann richtig ausgesteckt werden, wenn die Ablotung in der Vertikalen des Schnittpunktes von dem eintreffenden und dem nach doppelter Spiegelung austretenden Strahl geschieht. Da dieser Schnittpunkt wandernder Natur ist, muß bei den gebräuchlichen Vorrichtungen stets auf einen Fehler gerechnet werden. Dieser kann umgangen werden, wenn der Ablotungsstift in den Schnittpunkt eines tatsächlich gezeichneten Strahlenganges versetzt wird und wenn beim Gebrauch der Winkelspiegel derart gehalten wird, daß dieser Strahlengang zur Geltung gelangt. Die Mitteilung enthält die Beschreibung einer diesbezüglichen einfachen konstruktiven Lösung.

Geographische Zeitschrift; Heft 5, Mai 1916.

Die Donau in verkehrsgeographischer und weltwirtschaftlicher Bedeutung; von S. Günther. Eine physisch-geographische Einleitung, die insbesondere die natürlichen Hindernisse einer Donaugroßschiffahrt schildert, leitet über zur Erörterung der Verkehrsverhältnisse auf dem Strome und deren geschichtlicher Entwicklung. Eingehendere Besprechung wird den Kanalprojekten zuteil, durch die eine den gegenwärtigen Bestand verbessernde Verbindung zwischen den meridional gerichteten deutschen Flüssen und dem einzigen Tributären des Schwarzen Meeres angestrebt wird. Die ungeheure Wichtigkeit einer allen Ansprüchen genügenden Wasserader für die in einem mittel-südeuropäischen Blocke zusammengefaßten verbündeten vier Staaten tritt gerade unter dem Gesichtspunkte der Wirtschaftsgeographie scharf hervor.

Der Himalaja. Eine orographische Skizze; von Heinrich Schmitthenner.

Welchen Nutzen kann der erdkundliche Unterricht aus dem großen Kriege ziehen? von R. Langenbeck. Erstens ist die Anteilnahme der Schüler an dem Unterrichtsfach der Erdkunde und ihr Verständnis dafür gewachsen. Zweitens wird der Krieg vor allem bei den maßgebenden Behörden eine größere Würdigung der Erdkunde herbeiführen und ihr endlich die angemessene Stellung im Unterrichtsplan verschaffen. Drittens werden die erdkundlichen Lehrpläne durchgreifend umgestaltet und vertieft werden: 1. Eingehendere Behandlung der Kartenlehre mit Geländeübungen im Freien; 2. stärkere Betonung der nationalen Gesichtspunkte; 3. ausführliche Darstellung der allgemeinen und besonderen Wirtschaftsgeographie. Doch soll der naturwissenschaftliche Grundcharakter der Erdkunde gewahrt werden.

Alfred Philipppsons Reisen in Kleinasien; von Karl Oestreich.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie; Band 115, Heft 4, 1916.

Die Muskulatur von Helix pomatia L. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Locomotion unserer einheimischen Pulmonaten; von Walther Trappmann.

Die Niere von Helix pomatia; von Carl Freitag.

Die Schnauzenorgane der Mormyriden; von W. Sten-dell. Verfasser fand in der Schnauze einiger Mormyriden Organe sui generis, eine Kombination eines Sinnesapparates — bestehend aus Sinneskapsel, Sinneszellen und Nervenendapparat — mit einem Drüsen-system, an welchem Drüsenzellen und deren Träger zu unterscheiden sind. Letztere sind entweder einfache Maschen oder kompliziertere Gebilde, sog. „flaschenförmige Organe“. Die Drüsenzellen liefern ein Produkt in die Sinneskapsel. Die Nervenendapparate laufen in zarte Endbäumchen mit kugeligen Endanschwellungen aus. Innervation des Organs erfolgt entweder durch den Facialis oder Lateralis.

Zeitschrift für Botanik; Jahrgang 8, Heft 4/5 und 6. 1916.

Vererbungsphysiologische Untersuchungen an Arten von Penicillium und Aspergillus; von Alex. Hae-nicke. Erblieh erhalten blieben Farbänderungen der Konidien-decken in Reinkulturen einer Art von Penicillium glaucum, von Aspergillus flavus und Asp. niger, die teils durch Giftzusatz verschiedenster Konzentration, teils durch erhöhte Temperaturen oder bloße Änderung der Konzentration der Nahrungsbestandteile durch Einwirkung auf nur eine Impfgeneration erhalten wurden. Die Konstanz identischer Formen war sehr verschieden. Anfänglich ist die Neigung zum Rückschlag stärker, als nach einer größeren Generationsreihe. Bei Penicillium ließ sich deutliche Neigung zum Umschlagen in andere als die ursprünglich erzeugten Farb-tönungen ohne erkennbare Ursache beobachten. Zwei Abänderungen des Aspergillus niger zeigten auffallende Unterschiede in den Kernverhältnissen gegenüber der Stammform, je nach der Art ihrer Entstehung. Vielleicht deuten sie auf Konstitutionskrankheit hin. Vorhandene Konstanz zu erschüttern resp. Rückschlag zu erzwingen, war nicht möglich. In das Schema Modifikation-Mutation lassen sich die Abänderungen nicht einordnen, vielmehr ist der Übergang von nicht erblichen zu erblichen Formen sogar bei übereinstimmenden Abänderungen völlig kontinuierlich.

Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten IV; von Hans Kniep. Verf. hat die ersten Entwicklungsstadien der Basidien des Hutpilzes Armillaria mucida untersucht und gezeigt, daß die bei der Schnallenentwicklung vor sich gehenden Prozesse völlig übereinstimmen mit denen, die bei der sog. Hakenbildung in den jungen Sporenschläuchen der Ascomyceten beobachtet werden. Dies ist eine neue Stütze für die Annahme der Homologie von Basidie und Ascus.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 34.

25. August 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Elementare Theorie der Wasserwellen und des Fluges. Von *Prof. Dr. A. Einstein, Berlin-Wilmersdorf*. S. 509.

Betrachtungen über Entstehung und Fortentwicklung von Krebszellen. B. Der Kampf der Krebszellen mit den Geweben. Von *Prof. Dr. Ferdinand Blumenthal, Berlin*. S. 510.

Paläontologie und Entwicklungslehre. Von *Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Berlin*. S. 514.

Besprechungen:

Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süßwasserfauna Deutsch-Südwestafrikas. Von *Thilo Krumbach*. S. 518.

Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas. Von *Thilo Krumbach*. S. 519.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur zentrischen reflexlosen Ophthalmoskopie. Von *Hugo Wolff*. S. 521.

Erwiderung. Von *O. Henker*. S. 521.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Tagung deutscher Hochschullehrer der Geographie. S. 521.

Chemische Mitteilungen:

Das optische Verhalten des Vanadinpentoxydsoles. Die Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen aus Naphthalin. Vom Methylalkohol. Ueber krystallisierte Dextrine aus Glykogen. Ueber Gasreaktionen unter höheren Drucken. S. 523—524.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Untersuchungen über das Ozon und seine Einwirkung auf organische Verbindungen (1903—1916)

von

Carl Dietrich Harries

Mit 18 Textfiguren

Preis M. 24.—; in Halbleder gebunden M. 27.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Flugtechnische Bücher

aus dem Verlag von Julius Springer in Berlin

Leitfaden der Flugtechnik

Für Ingenieure, Techniker und Studierende

Von

Professor **Siegmund Huppert**

Ingenieur, Direktor des Kyffhäuser-Technikums Frankenhausen a. Kyffh.

Mit 235 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik

Von

Dr. Oscar Martiensen

Kiel

Mit 75 Textfiguren — Preis M. 5.40; in Leinwand gebunden M. 6.—

Beitrag zur Berechnung der Luftschrauben unter Zugrundelegung der Rateauschen Theorie

Von

Dipl.-Ing. **Claude Dornier**

Ingenieur der Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H., Friedrichshafen

Mit 66 Textfiguren — Preis M. 5.—

Die Stabilität der Flugzeuge

Einführung in die dynamische Stabilität der Flugzeuge

Von

Professor **G. H. Bryan**

Übertragen von Dipl.-Ing. H. G. Bader, Assistent an der Technischen Hochschule zu Dresden

Mit 40 Textfiguren — Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 7.—

Strömungsenergie und mechanische Arbeit

Beiträge zur abstrakten Dynamik und ihre Anwendung auf Schiffspropeller, schnellaufende Pumpen und Turbinen, Schiffswiderstand, Schiffssegel, Windturbinen, Trag- und Schlagflügel und Luftwiderstand von Geschossen

Von

Paul Wagner

Oberingenieur in Berlin

Mit 151 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

25. August 1916.

Heft 34.

Elementare Theorie der Wasserwellen und des Fluges.

Von A. Einstein, Berlin-Wilmersdorf.

Worauf beruht die Tragfähigkeit der Flügel unserer Flugmaschinen und der im Gleitflug durch die Luft dahingleitenden Vögel? Über diese Frage herrscht vielfach Unklarheit; ja ich muß sogar gestehen, daß ich ihrer einfachsten Beantwortung auch in der Fachliteratur nirgends begegnet bin. Ich hoffe daher, manchem Leser ein Vergnügen zu machen, indem ich mit der nachfolgenden kleinen Betrachtung aus der Theorie der Flüssigkeitsbewegungen diesem Mangel abzuhelpen suche.

Durch eine nach rechts hin (Fig. 1) sich verengende Röhre ströme in der Pfeilrichtung eine inkompressible Flüssigkeit, deren innere Reibung wir vernachlässigen. Wir fragen nach der Druckverteilung in der Röhre. Da durch jeden Querschnitt pro Zeiteinheit dieselbe Flüssigkeitsmenge hindurchströmen muß, so wird die Strömungsgeschwindigkeit q an den Stellen größten Querschnitts am kleinsten, an den Stellen kleinsten Querschnitts am größten sein. Die Geschwindig-

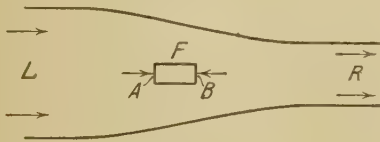


Fig. 1.

keit der Flüssigkeitsteilchen wird also bei Fig. 1 bei L am kleinsten sein und wird nach rechts hin gegen R stetig wachsen. Diese Beschleunigung der Flüssigkeitsteilchen kann nicht anders als durch die auf sie wirkenden Druckkräfte erzeugt werden. Damit das momentan zylindrische Flüssigkeitsteilchen F eine nach rechts beschleunigte Bewegung ausführe, muß bei A auf seine Rückfläche ein größerer Druck wirken als bei B auf seine Vorderfläche. Der Druck in A übertrifft den Druck in B . Durch Wiederholung dieser Schlußweise ergibt sich, daß in der Röhre von L nach R hin der Druck stetig abnimmt. Dieselbe Druckverteilung (Abnahme des Druckes von L nach R) finden wir durch analoge Betrachtung auch bei umgekehrter Strömungsrichtung der Flüssigkeit.

Verallgemeinernd können wir folgenden längst bekannten Satz der Hydrodynamik reibungsloser Flüssigkeiten aussprechen. Verfolgen wir ein Flüssigkeitsteilchen einer stationären Strömung auf seiner Bahn, so ist der Druck p stets da größer, wo die Geschwindigkeit q kleiner ist, und um-

gekehrt. Quantitativ ist dieser Satz für inkompressible Flüssigkeiten bekanntlich durch die Gleichung

$$p = \text{konst} - \frac{1}{2} \rho q^2$$

ausgedrückt, wobei ρ die Dichte der Flüssigkeit bedeutet.

Wir betrachten zunächst einige allgemein bekannte Beispiele zu diesem Satz. Ausfluß einer unter Druck stehenden Flüssigkeit aus einem Gefäße (Toricelli). Bei J (Fig. 2) ist der Druck größer, die Geschwindigkeit dagegen kleiner als bei A , derart, daß

$$p + \frac{1}{2} \rho q^2$$

während des Ausströmens konstant ist.

Als zweites Beispiel diene der Flüssigkeits-Zerstäuber (Fig. 3). Der durch L zugeführte Luftstrom erweitert sich nach seinem Austritt in die freie Luft nach allen Seiten unter Abnahme seiner Geschwindigkeit. Bei P herrscht deshalb ein geringerer Druck als bei G , also auch ein ge-

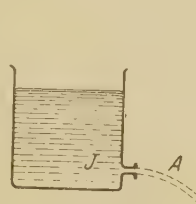


Fig. 2.

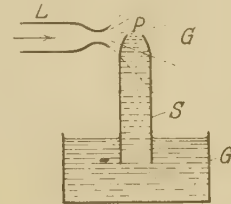


Fig. 3.

ringerer Druck als in der umgebenden ruhenden Luft. Durch diesen Unterdruck bei P wird Flüssigkeit durch die Steigröhre S aus dem Gefäß G empor gesaugt und durch den Luftstrom in kleinen Tröpfchen mitgerissen. (Daß es sich um einen Luftstrom und nicht um einen Strom inkompressibler Flüssigkeit handelt, ändert nichts Wesentliches an der Betrachtungsweise.)

Nach diesen Vorbereitungen wenden wir uns der Betrachtung der Wasserwellen zu. Es sei W (Fig. 4) eine senkrecht zur Papierebene zylindrische wellenförmige feste Wand, welche einen von links nach rechts laufenden Flüssigkeitsstrom einseitig begrenzt. Wir fragen nach den Druckkräften, welche die Flüssigkeit auf die Wand ausübt. Es ist klar, daß der der Flüssigkeit dargebotene Strömungsquerschnitt an den Stellen B größer ist als an den Stellen T . Die Flüssigkeit wird also bei B langsamer, bei T rascher strömen als an Stellen des Flüssigkeitsinnern, die weit von der Wand W abliegen. Die Flüssigkeitsströmung wird also bei B einen Überdruck, bei T einen Unter-

druck erzeugen. Die Flüssigkeit wird derart auf die Wand drücken, daß sie die vorhandenen Ausbiegungen der Wand zu vergrößern strebt. Die Strömung könnte sich also nicht aufrechterhalten, bei freier Flüssigkeitsoberfläche, bzw. wenn die Wand unendlich biegsam und dehnbar wäre¹⁾.

Diese Betrachtung hat aber wie unsere früheren zur Voraussetzung, daß außer der Strömung keine anderen Ursachen vorhanden sind, welche Drucke in der Flüssigkeit erzeugen. Wirkt jedoch in Richtung der Pfeile *S* die Schwere, so erzeugt diese in der Flüssigkeit Druckkräfte, welche nach unten hin zunehmen. Würde die Schwere allein wirken, so müßte also an den Stellen *B* ein geringerer Druck herrschen als an den Stellen *T*.

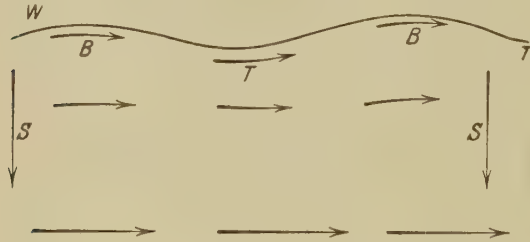


Fig. 4.

Strömung und Schwere erzeugen also dem Vorzeichen nach entgegengesetzte Druckdifferenzen zwischen *B* und *T*, und es ist klar, daß man die Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit so wählen kann, daß die aus beiden Ursachen resultierenden Druckdifferenzen zwischen *B* und *T* verschwinden. Dann wird man die Wand *W* entfernen können, ohne daß die Flüssigkeitsbewegung gestört wird. Wir haben dann eine Flüssigkeitsströmung mit wellenartig gekrümmter Oberfläche vor uns, wie wir sie oft hinter einem Strömungshindernis beobachten können. Wir sehen sie, wenn wir, auf einem Brückenpfeiler stehend, flußabwärts hinter dem Pfeiler das Wasser beobachten.

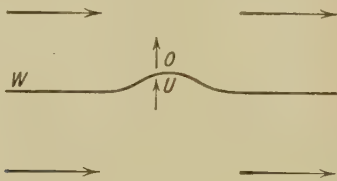


Fig. 5.

Denken wir den ganzen Vorgang von einem Beobachter aus beschrieben, der sich mit der inneren Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit nach rechts bewegt, so haben wir den gewöhnlichen Fall der Wasserwellen vor uns. Die Flüssigkeit ruht für diesen Beobachter in der Tiefe und die Berge *B* und Täler *T* der Wellen pflanzen sich mit konstanter Geschwindigkeit nach links fort.

Die Möglichkeit des Wogen-Vorgangs beruht also darauf, daß die statisch und dynamisch

zwischen Oberflächenpunkten verschiedener Höhe erzeugten Druckdifferenzen einander gerade aufheben.

Ganz ähnlich gestaltet sich die Erklärung der Tragkraft eines Flügels. In einem Flüssigkeits- oder Luftstrom sei tangential die senkrecht zur Papierebene zylindrische feste Wand *W* (Fig. 5) gestellt, welche mit einer nach oben vorspringenden Ausbauchung versehen sei. Wäre diese Ausbauchung nicht vorhanden, so würde auf die Fläche, abgesehen von den Wirkungen der unvermeidlichen Reibung, keine Kraft ausgeübt werden. Die Ausbauchung aber wird die Flüssigkeitsströmung oberhalb und unterhalb der Wand beeinflussen, wodurch Drucke erzeugt werden.

Für die untere Strömung hat die Ausbauchung eine lokale Querschnittsvergrößerung, also Verlangsamung der Strömung und somit Überdruck in *U* zur Folge. Oben dagegen bedeutet die Ausbauchung eine Kontraktion des Querschnitts, also lokal erhöhte Strömungsgeschwindigkeit und somit einen Unterdruck in *O*. Die durch die Strömung erzeugten dynamischen Druckkräfte erzeugen also eine auf die Wand wirkende, nach oben gerichtete Kraft. Um diese Kraft zu erzeugen, braucht offenbar nur ein so großes Stück der Wand realisiert zu werden, als zur Erzeugung der wirksamen Ausbiegung der Flüssigkeitsströmung erforderlich ist. Wir haben dann den tragenden Flügel eines ohne Flügelschläge schwebenden Vogels oder einer Flugmaschine vor uns.

Aus dieser einfachen Überlegung sieht man bereits, daß es zum Fliegen nur insoweit einer Arbeitsleistung bedarf, als die unvermeidlichen Reibungswiderstände überwunden werden müssen. Wäre die Reibung nicht vorhanden, so könnte ein Vogel ohne Arbeitsleistung beliebige Strecken horizontal durchfliegen.

Betrachtungen über Entstehung und Fortentwicklung von Krebszellen.

Von Prof. Dr. Ferdinand Blumenthal, Berlin.

B. Der Kampf der Krebszellen mit den Geweben.

Die grundlegenden Befunde über die Anwesenheit von präformierten Abwehrstoffen im menschlichen Organismus beim Krebs und ihr Verhalten bei der Entwicklung von Krebgeschwülsten sind im Berliner Institut für Krebsforschung und im Pathologischen Institut, zum Teil in gemeinsamer Arbeit, erhoben worden. Zuerst wurden die *intensiv Krebsseweiß abbauenden Eigenschaften* des Pankreas festgestellt¹⁾. Der pankreatischen Verdauung erliegt das Krebsseweiß weit schneller als sonst Organeisweiß; dem schlossen sich ähnliche Befunde in der Leber an (v. Leyden, P. Bergell und C. Lewin). Das Krebsgewebe wird von einem in diesem Organ enthaltenen Ferment aufgelöst; und was die Bedeutung dieser Befunde erst in das

¹⁾ Daß das Flattern der Fahnen auf Grund dieser Überlegung zu verstehen ist, ist wohl bekannt.

¹⁾ Gemeinsam mit H. Wolff.

richtige Licht setzt: die *Leber an Krebs verstorbener Menschen und Tiere* läßt diese krebszerstörende Eigenschaft vermissen. Sie ist anscheinend bei der Weiterentwicklung der Krebskrankheit verloren gegangen. Ein analoger Befund wurde später im Blut von *Freund* und *Kaminer* in Wien und von *C. Neuberg*¹⁾ erhoben. Blut nicht Krebskranker baut Krebseiweiß ab, agglutiniert und präzipitiert Krebszellen und Krebseiweiß; Blut vorgeschrittener Krebskranker hat diese Eigenschaften nicht mehr.

Alle diese Ergebnisse zeigen, daß die *Krebsbildung innerhalb des Organismus präformierte Schutzeinrichtungen* (Fermente usw.) zu überwinden hat. Ferner hat der Organismus die Fähigkeit, auch während der Entwicklung der Krebsgeschwülste *spezifische* Abwehrstoffe gegen Krebswachstum neu zu bilden. Der erste Befund dieser Art wurde von *Braunstein* in Moskau, einem langjährigen Mitglied unseres Instituts, erhoben. Er fand, daß bei Mäuse- und Ratten-tumoren die *Milz* während der Krebsentwicklung die Eigenschaft gewinnt, das Wachstum der Krebszellen zu hindern; durch Einspritzung von Extrakten derartiger Milzen brachte er die Tumoren bei den behandelten Tieren zur Rückbildung, in einigen Fällen zum Verschwinden. Diese Schutzstoffe in der Milz sind *spezifisch*, da sie nur gegen die Tumorart schützen, mit der die Tiere, deren Milz zur Behandlung benutzt wurde, behaftet waren. Die gleichen Schutzstoffe scheinen während der Krebskrankheit aus der Milz in die Blutbahn überzutreten; hierauf dürfte dann die von *Abderhalden* festgestellte Tatsache beruhen, daß das Blut von Krebskranken *Abbaufemente* für Krebseiweiß enthält. Die Konzentration solcher Abbaufemente im Blut kann eine so große sein, daß dieses, Krebstieren eingespritzt, die Tumoren zur vollständigen Resorption bringt. Neben den spezifischen Antifermenten scheinen sich auch *unspezifische* zu bilden. Hierher dürften die von *Brieger* und *Trebing* im Blut Krebskranker gefundenen *Antitrypsine* zu rechnen sein, die möglicherweise der Wirksamkeit eines in den Krebszellen vorhandenen Eiweiß spaltenden Ferments entgegenarbeiten.

Wir sehen aus diesen Tatsachen, daß der *Organismus im Kampf mit den Krebszellen* Fermente bildet, welche ihr Wachstum hemmen und sie zu vernichten bestrebt sind. Andererseits gehen bei diesem Kampfe die in der Leber und im Blute vorhandenen präformierten Abwehrkörper (Fermente) zugrunde. Daß auch *histologisch* ein solcher Kampf der Krebszellen mit den Geweben zu beobachten ist, zeigen die Mitteilungen von *Orth*, der in den verschiedensten Krebsgeschwülsten neben Stellen des frischesten Wachstums andere nachweisen konnte, in denen unzweifelhaft Heilungsvorgänge vorhanden waren; nur wurden diese Heilbestrebungen immer

wieder zunichte gemacht durch die Neubildung frischer lebensfähiger Krebszellen. Bei diesem Kampfe braucht es nun keineswegs, wie es nach der klinischen Beobachtung den Anschein haben mag, immer zu einem Unterliegen des Organismus zu kommen. Diejenigen Krebstumoren, welche wir festzustellen in der Lage sind, zeigen vielleicht schon ein verhältnismäßig vorgerücktes Stadium; und ob es nicht öfters dem Organismus gelingt, die allerersten Anfänge der Krebsbildung wieder zum Verschwinden zu bringen, entzieht sich unserer Beurteilung.

Wir haben gesehen, daß die zu Krebszellen gewordenen Epithelzellen neue Eigenschaften, die wir als bösartige ansehen, aufweisen. Die *Bösartigkeit* offenbart sich besonders durch die Erscheinungen des unbegrenzten Wachstums, der Metastasenbildung, des geschwürigen Zerfalls bzw. derjenigen Zustände, deren Gesamtwirkung wir klinisch in der *Krebsekachexie*, d. h. in der Verelendung der Krebskranken erblicken. Es erhebt sich nun die Frage, ob wir zur Erklärung dieser Bösartigkeit *bestimmte chemische Eigenschaften innerhalb der Krebszelle* nachweisen können, die uns die eben geschilderten Fähigkeiten der Krebszellen und ihren deletären Einfluß auf den Gesamtorganismus sichtbar machen. Diejenigen, für die ein Parasit als *Deus ex machina* das ganze ätiologische Krebsproblem mit einem Schlage löst, lassen den Parasiten ein Gift bilden, dessen Wirkung alle die Zerstörungen hervorbringt, welche wir als typisch bei der Krebskrankheit ansehen. Nach diesem *Krebstoxin*, das etwas dem Diphtherie- und Tetanustoxin analoges sein sollte, wurde jahrelang gesucht. Man kann wohl heute sagen, daß das Ergebnis dieser Forschungen, an denen wir uns sehr lebhaft beteiligt haben, ein durchaus negatives geblieben ist. Aber wenn auch in der Richtung der bakteriellen Toxine nicht die von den Krebszellen ausgehende Schädigung zu suchen ist, so ist es uns doch gelungen, nachzuweisen, daß von ihnen aus *fermentative Wirkungen* sich verbreiten, die imstande sind, uns eine Reihe maligner Eigenschaften der Krebszellen zu erklären. Zuerst gelang es, ein *proteolytisches Ferment* im Krebsgewebe mit bis dahin unbekannten Eigenschaften zu finden¹⁾. Es zeigte sich nämlich, daß wäßrige Auszüge aus Krebsgeschwülsten, zu Gewebsauszügen normaler Organe zugesetzt, den Selbstzerfall von normalem Gewebeiweiß (Autolyse) verstärken. Es war also das in den Krebsgeschwülsten vorhandene Ferment im Gegensatz zu dem autolytischen Ferment normaler Gewebe (*M. Jacoby*) imstande, auch den Eiweißzerfall anderer Organe zu verstärken. Diese Tatsache ist für die Frage der Krebsekachexie wichtig, denn sie erklärt uns den bei den Krebskranken häufig beobachteten vermehrten Eiweißzerfall.

¹⁾ *Wolff* und ich einerseits und *C. Neuberg* andererseits kamen auf verschiedenem Wege gleichzeitig zu demselben Ergebnis.

¹⁾ Chemische Abt. d. Patholog. Instituts zu Berlin.

Um die Bedeutung dieses Krebsferments erhob sich ein heftiger Streit, insbesondere als sein Vorkommen von den Anhängern der parasitären Theorie in ihrem Sinne erklärt wurde. Von diesen wurde nämlich behauptet, das proteolytische Krebsferment entspräche in seiner Wirkung dem, was man von dem gesuchten Produkt des Krebs-erregers, dem Krebstoxin, erwartet hätte; es sei etwas Körperfremdes, Ektogenes. Dieser Auffassung ist entgegenzutreten. Das Krebsferment gehört durchaus zu den autolytischen Fermenten, wie sie von *E. Salkowski* in den normalen Geweben gefunden wurden. Seine Fähigkeit des Abbaus von Eiweiß anderer Organe, welche die autolytischen Fermente der Organe nicht mit Krebs Behafteter nicht besitzen, kann weit besser durch *Abartung* des normalen autolytischen Ferments, als durch Absonderung von seiten eines Parasiten erklärt werden.

Das eben gekennzeichnete Krebsferment ist aber nicht das einzige Ferment, das beim Krebskranken eine besondere Rolle spielt. Es gehört hierher auch das später im Tumorgewebe gefundene *Polypeptide spaltende Ferment Abderhaldens* und das schon früher im Krebsgewebe von *Friedrich Müller* und *Emerson* konstatierte *Glycyltryptophan spaltende Ferment*.

Inwiefern können wir nun diese in den Krebsgeweben nachgewiesenen eiweißspaltenden Fermente als Träger der *Bösartigkeit* oder wenigstens eines Teils derselben ansehen? Als Merkmale der Bösartigkeit der Krebszelle haben wir bezeichnet das unbeschränkte und infiltrative Wachstum und den vermehrten Gewebszerfall der Krebskranken, sowie die Neigung zum Selbstzerfall der Krebsgewebe. Das autolytische Krebsferment baut, wie zuerst *Petry* in Graz festgestellt hat, ganz besonders stark das eigene Eiweiß ab. Diese Tatsache kann uns die Tendenz der Krebsgeschwülste zur Erweichung und zum Selbstzerfall erklären. Diese Erweichung konnten wir häufig in aseptisch bei Körpertemperatur, d. h. im Brutschrank aufbewahrten Geschwulststücken beobachten. Bedeutungsvoller aber ist, daß der durch die Krebsfermente bedingte Abbau der Gewebe ein *atypischer* ist. Durch *Neuberg* ist zuerst gezeigt worden, daß der Abbau von Lungeneiweiß unter Zusatz von Krebsgewebe *nur bis zu den Albumosen* geht; durch *Abderhalden*, daß die Einwirkung des Karzinomgewebes auf *Polypeptide* sich anders vollzieht als durch normale Gewebe. Mit diesen Beispielen aber sind die fermentativen Störungen in den Krebsgeweben noch keineswegs erschöpft; so fanden wir die *Katalasewirkung* im Tumorgewebe ganz erheblich herabgesetzt¹⁾, desgleichen war die *fettspaltende Wirkung* in der Krebsgeschwulst fast ganz aufgehoben (*Brahn*).

Für die Frage der Bedeutung der veränderten fermentativen Vorgänge in den Krebsgeschwülsten *in vivo* war es von entscheidender Wichtigkeit,

festzustellen, ob sich diese veränderten Fermentwirkungen von den Geschwülsten aus im Organismus verbreiten; nur dann sind wir berechtigt, die Schädigungen, welche wir bei Krebskranken beobachten, auf sie zu beziehen; denn es wäre ja möglich, daß die Fermentveränderung sich nur innerhalb der Krebsgeschwulst äußert, dagegen nicht in der Zirkulation bzw. in den Organen des Krebskranken. Zur Entscheidung dieser Frage wurde zuerst das Verhalten der in den Krebsgeschwülsten beobachteten Fermentwirkungen in den noch nicht von der Krebsbildung befallenen Organen Krebskranker untersucht.

Wir fanden zuerst, daß das autolytische Ferment in der noch nicht vom Krebs ergriffenen Lunge Krebskranker häufig vermehrt ist. Dieser Befund war aber nicht konstant, und wir werden nachher sehen, in wie interessanter Weise sich die Inkonstanz aufklärte. Nach dieser Feststellung gingen wir dazu über, zu prüfen, inwieweit noch gesunde Teile eines Organs eines Krebskranken, das mit Krebsknoten durchsetzt war, von der Krebsgeschwulst aus beeinflusst wurden. Es zeigte sich, daß in diesen noch gesunden Teilen einer Krebsleber die Menge der Albumine doppelt so groß war wie die der Globuline, also Werte aufwies, die von der Zusammensetzung der Leber nicht Krebskranker in dieser Hinsicht erheblich abwichen, dagegen sich der Zusammensetzung der Tumoren näherten. Wir schlossen daraus, daß beim Krebskranken die chemische Veränderung der Zellen nicht beschränkt bleibt auf die Krebszellen selbst, sondern auch auf die Organzellen, die noch nicht vom Krebs befallen sind, herübergreift. *Yoshimoto*¹⁾ konstatierte dann eine starke Vermehrung der autolytischen Fermentwirkung in den von Krebs noch nicht befallenen Partien einer mit Krebsknoten durchsetzten Leber und *Brahn* erhob den gleichen Befund für die Katalasen, Peroxydasen und fettspaltenden Fermente, d. h. er konnte nachweisen, daß die fermentative Störung vom Krebsgewebe in gleichem Sinne sich auf noch nicht krebssige Teile der Leber fortgesetzt hatte. Auch Befunde, die von *Gierke* erhoben wurden, sprechen für diese Auffassung. *Gierke* sah, daß die einem Melanosarkom benachbarten Bindegewebs- und Fettzellen Pigment wie die eigentlichen Melanosarkomzellen enthalten. In einem anderen Falle fand sich in der Umgebung eines hypernephroiden Tumors der Niere, der reichlich mit Glykogen gefüllt war, in den Bindegewebszellen und Endothelien regelmäßig gelagertes Glykogen. Dasselbe zeigte sich bei den Lungenmetastasen dieses Tumors. Die Hypernephromzellen, welche die spezifisch chemische Eigenschaft besitzen, Kohlehydrate aufzuspeichern, scheinen diese Eigenart unter Umständen auf die umgebenden Zellen überpflanzen zu können. Auch

¹⁾ Gemeinsam mit *Brahn*.

¹⁾ Chemische Abt. d. Patholog. Instituts und Institut für Krebsforschung zu Berlin.

beim Schleimkrebs kommt es häufig vor, daß das umgebende Gewebe schleimig entartete.

Wie schon vorhin ausgeführt, schien es nach den ersten Untersuchungen, daß die proteolytischen Fermentwirkungen sich vom Krebsgewebe auch in Organe (Lunge), die überhaupt keine Krebsbildung zeigten, fortpflanzen können. Die gleichen Resultate erhielten wir öfters bei der Prüfung auf Katalasen und Fettspaltung in der metastasenfrenen Leber an Krebs Verstorbener. Ebenso konstatierten *Abderhalden* und *Medigreceanu*, daß der Leberpreßsaft von Tumormäusen wesentlich stärker Eiweißspaltungsprodukte, z. B. Glycyl-l-tyrosin, spaltete als der von normalen Mäusen. Das Gleiche war der Fall bei den Polypeptiden durch Blutserum bei Sarkomratten und Hunden mit malignen Tumoren.

Der Befund, daß die noch nicht von Krebs befallenen Organe Krebskranker in ihrem fermentativen Verhalten eine sichtbare Beeinflussung durch die Krebsgeschwülste, und zwar in der Richtung der in diesen sich zeigenden Störungen aufweisen, ist aber nicht konstant. Dies hat dazu geführt, daß man die Bedeutung dieser Tatsachen für die Krebspathologie zuerst nicht anerkennen wollte. Es ist nun aber *Brahn* in zahlreichen Untersuchungen neuerdings gelungen, diese Inkonsistenz in interessanter Weise aufzuklären.

Brahn zeigte, daß nur die Karzinome des Magens und Darms, des Rektums, des Pankreas und der Gallenblase einen Einfluß auf die karzinomatösen Vorgänge in der Leber ausüben, während Karzinome der Gebärmutter, des Kiefers und der Zunge dies nicht taten. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß es besonders die im *Verdauungstraktus befindlichen Tumoren sind, von denen schwere fermentative Stoffwechselstörungen ausgehen*. Diese Befunde stimmen durchaus mit den klinischen Erfahrungen überein. Die genannten Karzinome des Verdauungstraktus führen meist schon sehr frühzeitig zu dem Bilde der Krebskachexie, während andere Karzinome, falls sie nicht, wie z. B. Zungenkarzinome, die Ernährung mechanisch erschweren, verhältnismäßig lange die Krebskachexie vermissen lassen. Einen analogen Befund erhob *E. Rosenthal* in Budapest bei Krebsmäusen. Bei Bestätigung unserer Ergebnisse über die Katalasen bei Krebsmäusen fand er die katalytische Wirkung des Blutes nur herabgesetzt bei Mäusen, denen die Geschwulst im Peritoneum erzeugt war, bei subkutan transplantierten Tumoren dagegen nicht.

Mit diesen Befunden ist aber die Bedeutung der Krebsfermente noch keineswegs erschöpft. Sie können auch zur Erklärung für die *Metastasenbildung* herangezogen werden, indem die Fähigkeit der proteolytischen Krebsfermente, Eiweiß anderer Gewebe anzugreifen, einen *locus minoris resistentiae* schaffen kann, wo die Geschwulstzellen haften können. Läßt man diese Betrachtungsweise gelten, so würde dies auch erklären, warum normale Zellen bzw. Zellen gut-

artiger Geschwülste keine Metastasen machen, da ihr proteolytisches Ferment nicht wie das der Krebsgeschwulst imstande ist, das Gewebe eines anderen Organs zu verletzen.

In ähnlicher Weise kann man die Neigung der Krebszellen zum infiltrativen Wachstum sich klarmachen. Dieser Gedankengang war es, der schon früher *Friedrich Müller* veranlaßt hatte, nach einem proteolytischen Ferment in den Krebszellen zu suchen. Der Einwand, der von *Rülf* gegen die Tätigkeit des Krebsferments erhoben wurde, daß es in der Hauptsache der von den schnell wachsenden Krebszellen ausgehende Druck ist, welcher die deletäre Wirkung auf die Gewebe entfaltet, scheint mir nicht stichhaltig. Denn die Proliferationsfähigkeit bei den gutartigen Geschwülsten steht manchmal in nichts denen der bösartigen Zellen nach, ohne daß es bei ihnen zu einem infiltrativen bzw. destruierenden Wachstum kommt. Mit der Wachstumsfähigkeit selbst haben *diese* Krebsfermente an sich nichts zu tun. Bisher haben wir für die Proliferationsfähigkeit der Krebszellen keine greifbare Unterlage. Man könnte mit *Ehrlich* an einen besonderen Wuchsstoff denken. Bei pflanzlichen gutartigen Geschwülsten finden wir einen solchen. Wenn z. B. die Gallwespe mit einem Stich in die Pflanze ihren Embryo deponiert, so kann an dieser Stelle eine Geschwulst entstehen, die sogenannte Galle. Tötet man den Embryo ab, so findet gleichfalls die Entwicklung der Galle statt, woraus die Botaniker schlossen, daß es sich um ein Wuchserment handelt, das mit dem Embryo übertragen wird.

Wenn ich im Vorangehenden nur einen Teil, wie ich glaube, den wichtigsten Teil der Störungen geschildert habe, welche von den Krebsgeschwülsten aus im Organismus sich verbreiten, d. h. das Gebiet der von der Krebsgeschwulst ausgehenden Fermentwirkungen, so geschieht es, weil dieses Gebiet zu fruchtbaren Ausblicken geführt hat, nicht aber, weil es schon abgeschlossen vor uns liegt. Wir müssen uns darüber klar sein, daß wir erst am Anfange des Einblicks in die feineren chemischen Vorgänge stehen, welche sich in der Krebsgeschwulst und in den Organen des Krebskranken abspielen. Nur die groben Veränderungen sind uns bisher sichtbar geworden. Trotzdem werfen uns diese ein Licht in die Art der Stoffwechselstörungen bei der Krebskrankheit. Wir können jetzt, auch ohne daß wir die Hilfhypothese der parasitären Entstehung der Krebskrankheit zugrunde legen, das Wesen der Bösartigkeit der Krebszelle und der Krebskachexie verstehen. Nicht ein bazilläres Krebstoxin, sondern die Abartungen der normalen Fermentwirkungen eröffnen uns das Verständnis für die Tatsachen der Krebskachexie. Atypische Fermentwirkungen führen zu einem atypischen Abbau der Eiweißkörper, zu einer Störung in den oxydativen Vorgängen im Organismus, verändern die normale Blutmischung und verursachen, indem eine Stö-

rung die andere bedingt, schließlich eine Potenzierung der Schädigungen.

Die geschilderten Ergebnisse der fermentativen Forschungen stellen nur einen Teil jener Vorgänge dar, welche sich beim Krebs in und durch die Krebszellen abspielen. Sie bedürfen der Ergänzung durch die Mikrochemie, deren sich vorzugsweise die histologische Forschung bedient. Diese hat zu Ergebnissen geführt, mit denen die unserigen in guten Einklang zu bringen sind; ich meine die Anschauungen v. *Hansemanns* über die Anaplasie, die auf einer vollständigen Änderung in der physiologischen Beschaffenheit und in der Lebensäußerung der Zellen basiert. Zu gleicher Schlußfolgerung führen auch die neueren Forschungen *Boweris*.

Halten wir diese Forschungsergebnisse zusammen, ziehen wir ferner das Fazit aus den experimentellen Ergebnissen von *Jensen*, *Fibiger* u. a. auf dem Gebiete des Tierkrebsses, so dürfen wir wohl behaupten, daß wir dem ätiologischen Krebsproblem keineswegs mehr so unwissend gegenüberstehen. Daß diese Ergebnisse nicht gewissen vorgefaßten Meinungen entsprochen haben, darf kein Grund sein, die neu gewonnenen Tatsachen mit geringerer Befriedigung zu betrachten.

Paläontologie und Entwicklungslehre.

Von Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Berlin.

Definitio fit per genus proximum et differentiam specificam: Ein Gegenstand ist eindeutig bestimmt, wenn wir seine Beziehungen zu nächststehenden anderen und seine abweichende Eigenart kennen. Das ist der gesunde philosophische Grundsatz, von dem *Linné* bewußt oder unbewußt ausging, als er der Erscheinungen Fülle aus Tier- und Pflanzenreich in seinem System sichtete, gliederte, ordnete. Wenn viele Forscher, weil der seither gesammelte unermeßliche Inhalt den Rahmen zu sprengen droht, in ihrer Not zu einer „Trinomenklatur“ greifen, um weiter zu gliedern und doch zusammenhalten zu können (*Quenstedt* war unter den Paläontologen der erste), so muß das unklar genannt werden. Jene zwei gegensätzlichen Seiten der Begriffsbegrenzung, Einfügen in die Gemeinsamkeit der Gattung (genus) und Hervorheben der artlichen (species-) Sonderheiten, verlieren sofort ihren bestimmenden Charakter, und wir drehen nur an einer Schraube ohne Ende, wenn wir die beiden Gegenpole glauben vermehren zu können. Folgerichtig angewandt, muß diese Methode durch immer weitere Zusatznamen belastet werden und letzten Endes zur Benennung des Individuums führen, womit uns das System und sein einziger Zweck endgültig aus den Händen entglitte. Denn das zoologische und botanische System kann und soll nur ein Fadenkreuz, ein Koordinatensystem darstellen, durch welches wir die komplizierte fortlaufende Kurve des organischen Lebens allein be-

grifflich zu erfassen vermögen. Es darf das Auge vom eigentlichen Gegenstand nicht fort auf sich selbst lenken; wir müssen gleichsam durch sein Gitterwerk hindurchsehen, wenn wir die organische Materie erfassen wollen. Es ist künstliches Produkt unseres schematisierenden Geistes, nicht in seiner Gesamtheit eine von der Natur dargebotene und in ihr zu findende Erscheinung.

Freilich *Linné* glaubte nur einen natürlichen Zustand getreu wiederzugeben. Die Arten und Gruppen erschienen ihm als gegebene Einheiten. Auch *Cuvier*, der so ungewöhnlich tiefe Blicke in die Tierwelt der irdischen Vergangenheit tat, hielt daran noch fest, mußte infolgedessen die ausgestorbenen Faunen sprungweise einander ablösen lassen. *Lamarck* aber sah, wie dem vergleichenden Anatomen die Fülle der Lebewesen zu einer einzigen großen Reihe verschiedenster Entwicklungsstadien verschmolz, wenn nur genügend großes Material in Betracht gezogen wurde. Gerade aus dieser Sprengung der systematischen Grenzföhrung entnahm er die Anregung zu seinen Gedanken über langsame, aber stetige Entwicklung aller Lebewesen.

Nun ist ja der Gegenstand der Definition, der kleinste Baustein des Systems, für *Linné* nicht eine individuelle, sondern eine begriffliche Einheit, die Art, eine Summe von Einzelwesen. Und sie ist gewiß keine bloß theoretische Gelehrtenerschöpfung. Der Forscher arbeitete in innigster Anlehnung an die Weisheit des Volksmundes: Das Pferd, der Rabe, der Karpfen, die Rose sind nicht rein willkürlich erfundene, sondern empfundene Werte. Bei einer gewissen weiten Grenzföhrung lassen sich aus der uns vor Augen stehenden Tier- und Pflanzenwelt ohne Zwang solche Komplexe herauslösen; es gibt echte Arten. Also wäre *Lamarck* im Unrecht? Doch nicht so ganz.

Denn wenn schon die Lücken in der Reihe der gesamten heutigen Organismen bei genauerem Hinsehen wesentlich zusammenschrumpfen, im Verhältnis winzig werden, sie verlieren doch dadurch ihre Bedeutung als natürliche Scheidelinien nicht. Aber die Tier- und Pflanzenwelt unserer Tage ist ja nur der Querschnitt durch die dichte Krone des organischen Stammbaums. Was in ihm deutlich getrennt erscheint, fließt nach unten zu tausend und abertausend Gabelstellen zusammen, wenn wir diesem einzigen Serienschnitt die ganze Schnittserie hinzugesellen, den gesamten Stammbaum betrachten. Da fallen die Grenzen so weit, daß wir selbst da, wo die Verzweigungsstellen uns noch nicht bekannt sind, sie doch deduktiv voraussetzen müssen und höchstens vorläufig bis zur Ausfüllung der Lücken durch jederzeit zu gewärtigende Funde „natürliche Systematik“ treiben können. Eine solche Schnittserie bietet uns die Paläontologie in den Faunen aller Schichten der Erde. In ihr ist, wenigstens latent, die wirklich gesamte Bewohnerschaft unseres Planeten vereinigt, in ihr daher auch die Möglichkeit natürlicher Abgrenzungen nicht mehr ge-

geben. Hat der Botaniker und Zoologe schon oft Schwierigkeiten bei systematischer Gliederung, so geht der Paläontologe einer seiner Hauptaufgaben nach geradezu darauf aus, die Zwischentypen zu ermitteln und so das System Lügen zu strafen, das er natürlich nicht minder notwendig braucht. Es ist daher nur mit Einschränkung richtig, wenn das paläontologische Material als so sehr viel unvollständiger und unvollkommener dem zoologisch-botanischen gern gegenübergestellt wird. Für entwicklungsgeschichtliche Fragen wenigstens, zum Teil sogar auch für vergleichend anatomische (Skelett der Wirbeltiere) ist die Summe aller Faunen und Floren der Vergangenheit ja ganz unvergleichlich viel gehaltvoller als die eine lebende. Verdenkt man es denn der Archäologie oder zweifelt man an ihren Ergebnissen, wenn der Torso einer Statue, die Reste einer Steininschrift, die Trümmer eines Gebäudes oder die Ruinen einer ganzen Stadt aus Überlegungen und Schlüssen heraus ergänzt und die Gesamtbilder jeweils rekonstruiert werden müssen? Entwicklungslehre ist doch in erster Linie Entwicklungsgeschichte, und somit jeder Rückschluß aus den Tatsachen der Ontogenie des Individuums oder aus der vergleichenden Anatomie heraus viel gewagter und hypothetischer als das fast unmittelbare Ablesen aus den irdischen Urkunden.

Wer wollte menschliche Geschichte auch bei umfassendster Kenntnis der Neuzeit und aller ihrer Strömungen, auch bei glänzendster analytischer Begabung ohne alle historische Studien treiben, auch nur die letzten Jahrzehnte ganz aus sich heraus zu verstehen suchen! Entsprechendes geschieht aber noch immer in den verschiedensten Zweigen der Wissenschaft von der Organismenwelt. Der Aufschwung der Entwicklungslehre seit Darwin hat sich in Zoologie, Botanik, Embryologie und Vergleichender Anatomie auf der einen Seite, Paläontologie auf der anderen Seite ohne das unbedingt erforderliche Maß gegenseitiger Berührung und Befruchtung abgespielt. Dieser Vorwurf soll gewiß nicht einseitig gerichtet sein. Aber so unerläßlich dem Paläontologen die Beschäftigung mit den heutigen Lebewesen ist, für die Kenntnis und das Verständnis der lebenden Tier- und Pflanzenwelt sollte paläontologisches Studium als nicht minder selbstverständliche Voraussetzung gelten.

„Das Werden der Organismen“¹⁾ betitelt *Oscar Hertwig* ein soeben erschienenenes Werk, in dem die Unzulänglichkeit der Darwinschen Hypothese für die Gesamtheit entwicklungstheoretischer Probleme noch einmal gründlich und überzeugend dargetan wird. Eine Bezugnahme auf das ungeheure paläontologische Quellenmaterial für diesen Werdegang ist mit verschwindenden sehr bekannten Ausnahmen (Umformung des Pferdefußes) so gut wie nirgends in dem Buche zu

finden. Ja es werden bloße Mutmaßungen geäußert über Dinge, von denen wir schon umfangreiche Kenntnisse aufweisen können (z. B. S. 225), und „der Systematiker, der sich in die Vorzeit zurückversetzen könnte“, erscheint in dem ganzen Zusammenhang geradezu als ein Irrealis, als wenn nicht eine ungeheure, unabsehbare Literatur über diesen Gegenstand sich seit Jahrzehnten in der fernsten Vergangenheit bewegte und heimisch fühlte! Endlich findet sich gar die Behauptung: „Für eine wirklich wissenschaftlich zu erforschende Genealogie fehlen, wie jeder einsehen muß, alle notwendigen Voraussetzungen“ (S. 707). Das wäre geradezu das Todesurteil für ein ganzes, ungemein wichtiges, bei vielen Forschern ganz allein im Vordergrund stehendes Teilgebiet der Paläontologie! Begründet findet sich diese Anschauung (S. 622/23) durch eine weit übertriebene Vorstellung von der durchaus zuzugebenden Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung¹⁾.

Demgegenüber ist es erforderlich, die Bedeutung der Fossilienwelt für die Entwicklungslehre wenigstens mit einigen kurzen Andeutungen eindringlichst zu betonen (und hinzuzufügen, daß diese wichtige Rolle ja nur eine Seite paläontologischer Forschung darstellt).

Die Übersicht über das ganze zoologische und botanische System läßt eine Reihenfolge von Einfachem zu Kompliziertem²⁾ erkennen und legt den Gedanken an Entstehung des Einen aus dem Andern nahe. Nun braucht die unklare Ansicht wohl nicht mehr widerlegt zu werden, daß jene heute zu findende Reihenfolge auch nur einigermaßen einem einheitlichen Entwicklungsgange entspräche. Lebende Menschenaffenarten können nicht zur Vorfahrenreihe des Menschen gehören, weil beide aus der Vergangenheit nicht unverändert heraufgestiegen sind. Selbst die niedersten, noch sozusagen unorganisierten Lebewesen, die Einzelligen, können in den geologischen Epochen der Vorzeit eine reiche Formenwandlung aufweisen, die sie von der ersten Wurzel weltenweit fortgeführt hat. So blicken ausnahmslos alle heutigen Gruppen auf mehr oder weniger lange Vergangenheit zurück, die zugleich Entwicklung darstellt. Es ist also auch selbstverständlich, daß selbst in großen Zügen der Werdegang der kom-

¹⁾ Wenn bei dieser Gelegenheit die „naturhistorische“ Forschung (Paläontologie) in einem m. E. viel zu scharfen Gegensatz zur „naturphilosophischen“ (Ontogenie, Vergleichende Anatomie, Systematik usw.) gebracht wird, so liegt das an der unglückseligen Verwendung des Ausdrucks Philosophie für Dinge, die nichts mit den Gesetzen des menschlichen Geistes zu tun haben, nur weil sie über die bloße Empirie hinausgehen. Dann ist schließlich jedes Nachdenken Philosophie, und der genannte Gegensatz besteht erst recht nicht!

²⁾ Von Niedrerem zu Höherem ist ein mit Vorsicht anzuwendender Ausdruck. Lebenstauglicher jedenfalls sind die „höheren“ Organismen nicht. Schon das bloße Vorhandensein der Einzelligen spricht ja deutlich gegen ihre Unterlegenheit im Daseinskampf und gegen die Entwicklung zu Vielzelligen infolge bloßer Auslese der Tüchtigsten.

¹⁾ Gustav Fischer (Jena), 1916.

pliziertesten Wesen nicht der Formenreihe unseres Systems parallel sein, alle die uns vor Augen stehenden Entwicklungsstadien durchlaufen haben kann. Die organische Welt gleicht einem Ozean, der nach *allen* Richtungen in zusammenhängende einzelne und doch gegeneinander nicht abgrenzbare Tröpfchen zerlegt werden kann. Da dürfen Entwicklungsreihen und Ahnenreihen nicht vertauscht und verwechselt werden.

Vor allem aber: die Formenreihen vergleichen der Anatomie zeigen wohl zwei Enden, aber häufig genug kann man über Anfangs- und Ausgangspunkt sehr verschiedener Meinung sein. Finden sich ersichtlich nahe verwandte Tiere oder Pflanzen im Wasser und auf dem Lande, so ergibt die Anatomie nicht immer Aufschluß darüber, welche Form von der anderen herzuleiten, in welcher Richtung die Einfügung in neue Lebensumstände erfolgte. Der paläontologische Befund aber ist nicht bloß ein morphologischer, sondern auch ein geologisch-stratigraphischer: neben die Entwicklungsreihe tritt als tatsächliche Urkunde die zeitliche Reihenfolge. Und sie lehrt uns mancherlei.

Sie kann theoretische Ergebnisse der vergleichenden Anatomie bestätigen, sie kann sie ergänzen, aber auch widerlegen. So überblicken wir vollständig die Entfaltung nur bei einem Stamme in der Tierwelt, das sind die höchstspezialisierten und dementsprechend jüngsten, die Wirbeltiere. Im oberen Silur erscheinen die ersten Fische, im Karbon die Amphibien, im Perm (und obersten Karbon) die Reptilien, in der Trias die Säuger, im Jura die Vögel, erst mit Beginn des Diluviums der Mensch auf der Erde. Durchaus entsprechend der jeweiligen Organisationshöhe, nicht aber etwa einer geraden Deszendenz.

Wir kennen stabförmig-gestreckte, wenig gewundene und ganz aufgerollte Cephalopodenschalen und ersehen einen Parallelismus zwischen Schalenkrümmung und Zerschlitzung der Lobenlinie (Nähte der Kammerscheidewände). Die Beachtung des geologischen Alters aber bewahrt uns vor dem verhängnisvollen Irrtum, die einander ähnlichen Gestalten als durchweg genetisch zusammengehörig zu betrachten. Vielmehr sehen wir vom Silur bis zur Kreide in vielfachen Adern lebendigen Stromes den gleichen Vorgang sich vollziehen, der von einfachen „Geradhörnern“ (Orthoceraten) zu kompliziertesten spiral gerollten Gehäusen und wieder rückwärts zu den Gestalten des Ausgangs führt.

Was liegt nicht alles darin! Von den höchst interessanten biologischen Faktoren sei hier ganz geschwiegen. Die „Umkehr der Entwicklung“ im negativen Sinne, die Rückkehr zu Stadien der Kindheitstage, das Altern auf der ganzen Linie des Ammonitengeschlechts, das deutliche und langwährende Hinführen dieses Alterungsprozesses auf das ebenso allgemeine Absterben zu Abschluß des Mesozoikums enthält Probleme und Aufschlüsse von allerweitest tragendem Charakter. Soweit die

noch vorhandenen Lebewesen diese Fragestellungen überhaupt zulassen, bieten sie doch nicht eine Grundlage von gleichem Umfange zu ihrer Behandlung.

Auch unter den Reptilien stirbt eine große Zahl ganzer Abteilungen gegen die Grenze von Tertiär und Kreide aus. Säugetiere in reichster Entfaltung treten alsbald an ihre Stelle. Der verblüffende Aufschwung, den sie noch im Verlauf des untersten Tertiärs erleben, kann aber nicht wohl die Ursache des Verschwindens im Sauriergeschlecht sein. Lebten doch die Säugetiere schon seit Äonen neben den Reptilien her, ohne zu einer Blüte, ja zu Wachstum oder auch nur einigermaßen rascher Entwicklung gelangen zu können, sie können also nicht plötzlich mit so ungeheurem Erfolg als Verdränger auftreten. Vielmehr dürfte der Kausalzusammenhang der umgekehrte sein: Das Absterben unter den Reptilien schuf den Raum und gab somit seinerseits erst den Anstoß zu plötzlichem Erfüllen der freigewordenen Stellungen im Haushalt der Natur. Eine ganz analoge „explosive“ Entwicklung offenbaren die Fische im Devon, und im kleinen gibt es zahllose Beispiele dafür, daß der Lebensstrom sich zuweilen gleichsam wie aus beengenden Schluchten in freie Ebenen heraustretend überraschend und allseitig ergießt. Viele Gruppen höherer und niederer Ordnung treten daher scheinbar fertig uns gleichzeitig entgegen. Die überraschende Entwicklung der Flugtechnik in Luftschiff und Flugzeug um 1908 mag uns ein nahestehendes Vergleichsbild aus dem Kulturleben liefern. Nun erst, wenn eine neue Entfaltungsmöglichkeit zahlreiche Erscheinungsformen gezeitigt hat, tritt auch die Auslese sekundär in ihre Rechte.

Wo könnte das Augenblicksbild der heutigen Tier- und Pflanzenwelt uns ähnliche durchaus unerwartete, also nicht etwa hineingelesene Aufschlüsse vermitteln? Das Tempo, um nicht zu sagen: das Temperament der Entwicklung kann nur historische Methode erschließen. Ein Nautilus, der (bei engster Fassung) mindestens seit dem Lias, ein Limulus (Arthropode), der seit der ältesten Trias, eine Saccamina (Foraminifere), die seit dem Unterkarbon die Gattungscharaktere bewahrt hat, steht all den Ammoniten und zahlreichen sonstigen Gattungen gegenüber, deren Lebensdauer oder vielmehr Entwicklungsstadium auf ganz kurze Perioden und Horizonte beschränkt blieb. Ein fleischfressender Raubdinosaurier, wie Megalosaurus, andererseits vermag sich trotz seines gewiß lebhafteren Temperaments vom Lias bis in die obere Kreide zu halten, während die von der Außenwelt abhängigeren pflanzenfressenden Verwandten einer nach dem andern verschwinden, ohne in direkte Abkömmlinge überzugehen.

Es lassen sich denn nicht allein die *Richtung der Entwicklungswege* und der mannigfaltig abgewandelte *Rhythmus der Entwicklung* aus den

Blättern des Erdgeschichtsbuches ablesen, Dinge, über die sich an Hand der lebenden Welt nur theoretisieren ließe, sondern auch all die Fragen der *kausalen Gesetzmäßigkeiten* im Sinne eines *Lamarck* oder *Darwin* usw. erfahren durch paläontologische Forschung vielfach neue Beleuchtung, Vertiefung oder Verschiebung. Hier sei nur herausgegriffen der höchst interessante und lehrreiche Vergleich zwischen dem Reptilienreiche des Mesozoikums mit unserer Säugerwelt. Die gleichen Bedingungen durch die Außenwelt damals wie heute. Aber ein völlig abweichender Grundstock für Neugestaltungen dem inneren Wesen nach. Sehen wir nicht beides am Werke? Bei aller Seltsamkeit der vorweltlichen Drachenerscheinungen, das durchaus entsprechende Leben auf dem Lande, in der Luft, im Wasser. Ein ganz anderes Material, aber in gleiche Formen gegossen; verschiedene Schauspieler, doch dieselben Kostüme! Kann es noch fraglich sein, daß Kampf ums Dasein und Auslese allein nicht genügen, solche Erfahrungen verständlich zu machen? Tausendfältig finden sich *Lamarcks* Ansichten über Umformung durch Gebrauch zum Gebrauch bestätigt. Aber darüber hinaus finden sich Fälle durchaus unzweckmäßiger blinder Überentwicklung neben einfachen Entartungen, ebenso (z. B. *Orthoceras*—*Aulacoceras*—*Belemnites*—*Sepia*) ein Hin und Her durchaus nicht zielstrebigter Art, in dem ein Ergreifen und Auswerten irgendwelcher im Organismus sich befindender Möglichkeiten oder Fähigkeiten zu völlig neuen, ursprünglich ganz fernliegenden Zwecken deutlich wird. *Lamarcks* wie *Darwins* Lehre behält Gültigkeit, keine aber Allgemeingültigkeit, und beide reichen nicht zu, uns alle Probleme zu lösen.

Wer die heutige Natur durchforscht, weiß, wie unermeßlich ihre Anregungen sind. Es ist wahrlich nicht wunderbar, wenn immer neue Gesichtspunkte erstehen, sobald wir den Blick nun auch noch auf die unendliche Vorzeit werfen. In wenigen Beispielen gebe ich von größeren, besonders formreichen Abteilungen der Tierwelt eine Übersicht über das paläontologische System mit Angabe der lebenden Gattungen oder Familien und ihrer Einreihung. Die Aufzählung aller der hinzugehörigen ausgestorbenen Gattungen oder gar Arten verbietet sich durch ihre Unübersehbarkeit von selbst; ich nenne also nur die Familien, wo auch das nicht angeht, noch größere systematische Einheiten:

Cephalopoda:

Tetrabranchiata	{	Nautiloidea (ca. 2500 fossile Arten!)	{	Orthoceratidae	0	Noch lebende Gattungen
				Ascoceratidae	0	
				Nautilidae	Nautilus (4 Arten)	
				Clymenia	0	
Dibranchiata	{	Ammonoidea (über 5000 fossile Arten!)	{	Goniaticites	0	
				Ammonites	0	
				Belemnitoidea	0	
				Belemnitoidea	0	
	{	Decapoda	{	Spirulidae	Spirula	
				Sepioidea	Sepia u. a. m.	
				Argonauta, Octopus u. a. m.		

Lungenfische und Schmelzschupper:

Dipnoi	{	Ctenodipterini	{	Dipteridae	0	Noch lebende Gattungen
				Phaneropleuridae	0	
				Ctenodontidae	0	
				Ceratodontidae	{ Epiceratodus (Australien)	
	{	Sirenoidea	{	Protopteridae	{ Protopterus (Afrika)	
				Sirenidae	{ Lepidosiren (Amerika)	
				Holoptychiidae	0	
				Rhizodontidae	0	
Crossopterygii	{		{	Osteolepidae	0	
				Onychodontidae	0	
				Coelacanthidae	0	
				Polypteridae	{ Polypterus (Nil), Calamoichthys (Senegambien)	
Ganoidei	{	Heterocerci (3 Familien)	{	Chondrosteidae	0	
				Accipenseridae	{ Accipenser, Scaphirhynchus	
				Polyodontidae	{ Polyodon, Psephurus	
				Pycnodonti (2 Familien)	0	
	{	Euganoidei (6 Familien)	{	Lepidosteidae	Lepidosteus	
				Pachycormidae	0	
				Caturidae	0	
				Megaluridae	Amia	

Sa. 11 Gattungen

Reptilia:

Theromora	{	Cotylosauria	{	Pareiasauridae	ausgestorben	
				Pariotichidae	"	
				Diadectidae	"	
				Pelycosauria	"	
	{	Pelycosauria	{	Polyosauridae	"	
				Clepsydropidae	"	
				Therocephalia	"	
				Cynodontia	"	
	{	Theriodonta	{	Dinocephalia	"	
				Anomodontia	"	
				Proterosauridae	ausgestorben	
				Champsosauridae	"	
Rhynchocephalia	{		{	Rhynchosauridae	"	
				Sauranodontidae	"	
				Sphenodontidae	1 lebende Gatt.	
				Thalattosauridae	ausgestorben	
Lepidosauria	{	Lacertilia	{	Platynota	noch lebend	
				Mosasauria	ausgestorben	
				Paterosauridae	"	
				Ophidia	noch lebend	
Ichthyosauria	{		{	Ichthyosauridae	ausgestorben	
				Nothosauridae	"	
				Plesiosauridae	"	
				Placodontidae	"	
Sauropterygia	{		{	Mesosauridae	"	

Testudinata	Pleurodira	noch lebend
	Cryptodira	"
	Cheloniidae	"
	Trionychia	"
Parasuchia	Phytosauria	ausgestorben
	Aëtosauria	"
Crocodilia	Teleosauridae	ausgestorben
	Metriorhynchidae	"
	Macrorhynchidae	"
	Atoposauridae	"
	Goniopholidae	"
	Gavialidae	noch lebend
	Crocodylidae	"
Dinosauria	Saur- { Theropoda (6 Familien) ausgest.	
	ischia { Sauropoda (5 ") "	
	Ornith- { Ornithopoda (4 ") "	
	ischia { Stegosauria (3 ") "	
		Ceratopsia (1 ") "
Pterosauria	Rhamphorhynchoidea:	
	Rhamphorhynchidae . . .	ausgestorben
	Pterodactyl- { Pterodactylidae "	
	loidea { Ornithocheiridae "	

Wo, frage ich, liegt da die Lückenhaftigkeit des Materials, in Gegenwart oder Vergangenheit? Sind es doch vielfach nur kümmerliche Relikte und Rudimente einst blühender Welten, die wir heute lebend studieren können! Wie sollte sich daraus ein volles Verständnis entwicklungsgeschichtlicher Vorgänge gewinnen lassen? Kilometerweise müßten wir die Erdrinde abtragen, auch auf dem Boden des Ozeans, wollten wir die Fülle der Lebewesen ermessen, die je auf Erden wandelten, atmeten.

Ja selbst die Welt der Fossilien von den ältesten versteinierungsführenden Schichten an würde uns nur einen letzten Tag der langen Schöpfungsgeschichte wieder erwecken und miterleben lassen. Denn im Cambrium liegt ja die ungeheure Zeit des Entstehens sämtlicher Abteilungen der Wirbellosen bis hinauf zu den Arthropoden schon abgeschlossen hinter uns. Wir dürfen und müssen uns daher der absoluten Unvollkommenheit unseres Wissens jederzeit bewußt bleiben. Um so weniger aber geht es an, willkürlich noch einen Riesenanteil der Tatsachen, wie die Paläontologie ihn liefert, als unbedeutend beiseite zu schieben.

Die Paläontologie ist ein Märchenprinz, der das Dornröschen entwandener Welten wieder zum Leben wecken soll. Gewiß keine leichte, aber sicherlich auch keine reizlose Aufgabe. Mit bloßem Materialsammeln ist es in keiner Wissenschaft getan. Der Hypothese und Kombination muß allenthalben der Wert des vorantastenden Fühlers bleiben. Die Schöpferkraft der Phantasie darf und muß Pionierarbeit leisten, ehe das weniger leicht beschwingte Wissen am Erdboden folgen und den festen, gesicherten Weg ausbauen kann. So kann recht verstandene Wissenschaft nicht skeptisch vor noch unzureichendem Tatsachenmaterial endgültig zurückschrecken, wie sie nie die Fühlung mit dem Heerhaufen des Gesicherten verlieren wird. Sie kann aber niemals auch nur das Ziel verfolgen, alle „Lebenswunder“ und

„Welträtsel“ lösen zu wollen, geschweige denn sich einbilden, ein solches Ziel schon erreicht zu haben. Immer neue Wunder entdecken im Reiche der Natur, neue Rätsel dem sinnenden Menschengeniste erschließen, das ist wahrhaft wissenschaftliche Aufgabe. Wo wäre das Feld günstiger als im unergündlich tiefen Schacht der Zeiten!

Besprechungen.

Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süßwasserfauna Deutsch-Südwestafrikas. — Ergebnisse der Hamburger deutsch-südwestafrikanischen Sammelreise 1911. Herausgegeben von W. Michaelsen.

Lieferung 1. Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1914. Vorwort. W. Michaelsen (Hamburg), Reisebericht mit 15 Abbildungen im Text und 1 Kartenskizze. K. Kraepelin (Hamburg), Bryozoa, mit 1 Tafel. Y. Sjöstedt (Stockholm), Isoptera, mit 1 Tafel und 2 Abbildungen im Text. C. van Douwe (München), Copepoda, mit 1 Tafel und 1 Kartenskizze im Text. K. Kraepelin (Hamburg), Skorpiones und Solifugae, mit 6 Abbildungen im Text. W. Michaelsen (Hamburg), Oligochaeta, mit 1 Tafel, 1 Abbildung und 6 Kartenskizzen im Text.

Lieferung 2. Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1914.

Gy. Szépligeti (Budapest), Hymenoptera I: Braconidae. G. Enderlein (Stettin), Hymenoptera II: Archihymenidae mit 1 Tafel und 1 Abbildung im Text. J. J. Kieffer (Bitsch), Hymenoptera III: Serphidae (Proctotropidae). G. Enderlein (Stettin), Hymenoptera IV: Ichneumonidae, mit 6 Abbildungen im Text. N. Annandale (Calcutta), Spongillidae with 1 plate. J. Weise (Warmbrunn), Coleoptera I: Chrysomelidae und Coecinelidae. H. Bickhardt (Kassel), Coleoptera II: Histeridae. M. Pic (Digoin), Coleoptera III: Malacodermata et Bruchidae. P. Lesne (Asnières), Coleoptera IV: Lyctidae. Ch. Kerremans (Brüssel), Coleoptera V: Buprestidae. J. Moser (Berlin), Coleoptera VI: Cetoniidae.

Kraepelin: Bryozoa. Zu den 10 bereits bekannten Moostierchenarten aus afrikanischen Süßwässern hat Michaelsen noch die eine elfte aufgefunden, und damit die Zahl der afrikanischen Süßwasserbryozoen auf dieselbe Höhe gebracht wie die der europäischen. Da auch die indische Fauna nur etwa 11 Arten aufweist, so wird man zahlreichere Neuentdeckungen in Afrika schwerlich mehr zu erwarten haben. Von den afrikanischen Arten dürften nur 4 mit europäischen identisch sein, während 7 für die afrikanische Fauna spezifisch sind. — In einem Zusatz behandelt Kraepelin eine jetzt als neu erkannte tropisch-afrikanische Form. — Im Reisebericht handelt Michaelsen S. 48 von seinen Bryozoenfunden.

Sjöstedt: Isoptera. Die von Michaelsen gesammelten Termiten umfassen 18 Arten, darunter 6 neue. Außerdem fand sich in der Sammlung das bisher unbekannte geflügelte Imago des von Südwestafrika beschriebenen Psammotermes allocerus nebst einer dritten bei dieser Termiten vorkommenden Soldatenform. — Im Reisebericht gibt Michaelsen in Fig. 7 die photographische Abbildung eines Termitenbaues und in dem Text S. 32 eine kurze Notiz dazu.

Van Douwe: Copepoda. Von der Entomostrakenfauna Afrikas ist noch immer nur sehr wenig bekannt. Aus dem Hamburger Material weist van Douwe 4 Centropagiden und 2 Cyclopiden nach. Interessant ist der

Nachweis, daß wir im Genus *Paradiaptomus* keine eigentliche Planktonform, sondern eine für die eigentümlichen biologischen Verhältnisse der südafrikanischen „Wasserpflanzen“ typische Copepodengattung sehen müssen. Über die südafrikanischen Cyclopiden gewinnt man den Eindruck, daß man es zwar mit wenigen Arten, aber innerhalb dieser mit weitgehenden Variationen zu tun hat. Die dritte Gruppe der freilebenden Süßwasser-Copepoden, die Harpacticiden, ist in *Michaelsens* Ausbeute nicht vertreten.

Kraepelin: Skorpiones. Unsere heutige Kenntnis der Skorpionenfauna der Kolonie stützt sich vornehmlich auf die Ausbeuten dreier Forschungs-Expeditionen, die im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte von den Herren *H. Schinz*, *Leonhard Schultze* und *W. Michaelsen* unternommen wurden. *Michaelsens* Ausbeute erhöht die Zahl der Arten auf 16, so daß wir heute, unter Hinzurechnung von 5 durch andere, gelegentliche Sammler im Gebiete beobachteten Arten, die Gesamtzahl der in der Kolonie sicher vertretenen Arten auf 22 bemessen können. Die Skorpionenfauna Deutsch-Südwestafrikas schließt sich eng an diejenige des Kaplandes an, ist aber viel artenärmer.

Kraepelin: Solifugae. Auch die Solifugenfauna des Schutzgebietes schließt sich eng an die des Kaplandes an, deren Reichtum sie ebenfalls bei weitem nicht erreicht. Die Gesamtzahl der bisher für Deutsch-Südwestafrika nachgewiesenen Solifugen ist mindestens 23.

Michaelsen: Oligochaeten. Es sind bisher keine Regenwürmer von Deutsch-Südwestafrika bekannt gewesen. Die hier nachgewiesenen 16 Arten bilden den Grundstock einer Oligochaetenfauna Deutsch-Südwestafrikas. Daneben behandelt *Michaelsen* auch noch die von ihm in Rhodesia gefundenen Arten, sowie drei Meeresstrandsregenwürmer von der Küste des Schutzgebietes und 1 Kameruner Meeresstrands-Oligochaeten. Die Arbeit gipfelt in dem Abschnitt über die geographische Bedeutung der Regenwürmer, der zugleich die Gesamtsumme der geographischen Kenntnis über die afrikanischen Regenwürmer darstellt. Von hervorragendster geographischer Bedeutung ist die Verbreitung der rein terrestrischen Formen, soweit sie durch endemische Vorkommnisse markiert ist. Nach Maßgabe dieser endemischen terrikolen Oligochaeten ist der afrikanische Kontinent in drei scharf gesonderte Gebiete zu teilen. Nordafrika einschließlich der Sahara und Ägyptens ist ein Gebiet ohne endemische Terrikolen. Das tropisch-afrikanische Terrikolengebiet ist bekanntlich charakterisiert durch die beiden Oligochaetengruppen Dichogaster und die Eudrilinen. Die südafrikanische Terrikolenfauna hat mit der tropisch-afrikanischen nichts gemein. Die amphibischen Oligochaeten weichen in ihren Ausbreitungsverhältnissen in geringem Maße von den terrikolen ab. Sie dringen etwas weiter nach Süden vor. Die aquatilen Regenwürmer Deutsch-Südwestafrikas gehören fast durchweg Gattungen an, die eine weltweite Verbreitung besitzen und demnach für die Feststellung besonderer geographischer Beziehungen dieser Fauna nicht in Betracht kommen. Zum Teil besitzen sogar die Arten eine weltweite Verbreitung. Auch die Gattungen der marinen Oligochaeten des Schutzgebietes haben eine weite, wenn nicht eine fast kosmopolitische Verbreitung. Auf marine Regenwürmer ist übrigens bis jetzt wenig geachtet worden. Die peregrinen Oligochaeten, die zweifellos durch den Menschen in unsere Kolonie eingeschleppt worden sind, nehmen mit 5 oder 6 Arten einen breiten Raum in der Oligochaetenfauna der Kolonie ein und umfassen hauptsächlich sämtliche terrestrischen Formen der Gesamt-

ausbeute. Das heißt: alle eigentlichen Regenwürmer Deutsch-Südwestafrikas sind als eingeschleppt zu betrachten. Es ist dies wieder einmal ein Beweis dafür, wie schnell die hauptsächlichsten Verschleppungsformen, zumal unsere europäischen Ackerregenwürmer *Helodrilus*, der europäischen Kultur auf dem Fuße folgen.

Szépligeti, Enderlein und Kiefer: Hymenoptera. Die klimatischen Eigentümlichkeiten von Deutsch-Südwestafrika und die damit zusammenhängende Einförmigkeit und Armut der dortigen Pflanzenwelt lassen bei einer Familie, wie die Braconiden, die in hervorragendem Maße auf phytophage Insekten angewiesen sind, keinen großen Artreichtum vermuten. Die Ausbeute umfaßt auch nur 26 Arten, darunter 6 neue. — Dagegen enthielten die Sammlungen eine außerordentlich interessante Hymenopterengattung, die durch eine ganze Reihe auffälliger altertümlicher Charaktere unter den übrigen Hymenopteren isoliert ist, und die *Enderlein Archihymen* genannt hat. Recht nahe steht dieser Gattung die in Argentinien gefundene *Konowiella* André 1909. Die Verbreitung dieser beiden altertümlichen Gattungen (Südafrika, Archiplatagebiet) ist wieder ein hervorragendes Beispiel der biographischen Beziehungen innerhalb des notocraten Biocosmos, und zeigt auch wieder, wie sich gerade hier die altertümlichsten Formen aus allen Organismengruppen häufen. — Auch Serphiden sind bisher aus Deutsch-Südwestafrika nicht bekannt geworden. Die 6 Arten der Sammlung sind sämtlich neu. Die Gattungen sind dagegen altbekannt und weltweit verbreitet. — Über die Schlupfwespen hat *Enderlein* nichts allgemein Gültiges gesagt.

Annandale: Spongillidae. Die hier beschriebene Sammlung entstammt dem Sambesi nahe den Victoriafällen, ist also aus Rhodesia. Sie umfaßt 4 Arten, wovon 3 neu sind. *Weltner's* Liste der afrikanischen Süßwasserschwämme enthielt 23 Arten. Vermutlich ist die afrikanische Fauna verwandt mit der Indiens und erleichtert des ganzen tropischen Afrikas.

Weise, Bickhardt, Pic, Lesne, Kerremans und Moser: Coleoptera. Die Sammlung der Blattkäfer bestätigt die Vermutung, daß Südwestafrika zu den an Insektenarten ärmsten Landstrichen Afrikas gehört. Die afrikanischen Hauptfarben dieser Gruppe sind rot oder gelb; die in den Sandfeldern lebenden haben die gelblich-weiße Sandfarbe. — Die Histeriden sind nur in 10 Arten gefunden worden. — Auch die Malacodermen und die Bruchiden boten nichts von Belang. — Von den Lyciden war bisher nichts bekannt. Hier ist ein Stück beschrieben. — Unter den 33 Prachtkäferarten ist eine neu für die Wissenschaft. — Die Sammlung der Rosenkäfer hat nichts Neues geboten.

Thilo Krumbach, Rovigno.

Michaelsen, W., Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna Westafrikas. Lieferung 3. *W. Michaelsen*, Tunicata. Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1915. S. 321—518, 4 Tafeln und 4 Abbildungen im Text. Preis 18 M. Schluß des ersten Bandes.

Die Abhandlung beschäftigt sich mit den litoralen Tunicaten Westafrikas von Kap Verde bis zur Mündung des Orangetrusses mit Einschluß der Inseln des Golfes von Guinea, aber unter Ausschluß der Kap Verdeschen Inseln. Das zugrunde liegende Material besteht hauptsächlich aus benthonischen Tunicaten, also Ascidien. Planktonische Tunicate waren nur durch einige Salpen vertreten.

Die Erforschung der Ascidienfauna Westafrikas war

eine dankbare Aufgabe, entsprach sie doch einem zumal von den Tiergeographen lange gehegten Wunsche nach Ausfüllung einer empfindlichen Lücke in unserer Kenntnis von der Verbreitung dieser Tiere. Bis 1896 war das ganze Gebiet für den Ascidiensforscher tatsächlich eine terra incognita, wie es der ganze tropische, südliche subtropische und südliche gemäßigte Teil Westafrikas bis 1913 noch blieb, und wie es der ganze tropische Teil zwischen Senegal und Deutsch-Südwestafrika noch beim Beginn von *Michaelsens* Bearbeitung des vorliegenden Materials war. Zu den 5 vordem bekannten Ascidien hat *Michaelsen* 28 neue gefügt.

Faunistisches und Biologisches. Auffällig an den Artenlisten *Michaelsens* ist die ungemein spärliche Vertretung, die einige der größeren Ascidiensfamilien in Westafrika finden. Bei der Frage nach den Ursachen dieses Verhältnisses stellt sich zweifelsfrei heraus, daß nicht die Sammelmethode, sondern historische oder physiographische Momente dafür verantwortlich sind. Historisches mag für den speziellen Inhalt der Ascidiensfauna des westafrikanischen Litoral in Frage kommen; aber für die hier in Rede stehende Eigentümlichkeit, für das vollständige Fehlen mehrerer zum Teil sehr großer Familien im tropischen Gebiet dieser Küstenregion und für das auffallend schwache Vertretensein anderer dürften sie jedenfalls nur in untergeordnetem Grade, wenn überhaupt, in Betracht kommen. Wir finden die im westafrikanischen Litorale so schwach vertretenen Familien, die Botrylliden, die Familien der Diktyobranchien sowie die Synoiciden, in den direkt benachbarten Gebieten (Mittelmeer und Westeuropa einerseits, Kapland andererseits) sehr gut, zum Teil sogar besonders üppig entwickelt. Es ist nicht anzunehmen, daß ihnen die Zeit mangelte, sich auch über Westafrika zu verbreiten, wenn die physiographischen Verhältnisse es ihnen gestattet hätten. Es bleibt daher nichts übrig, als die Annahme, daß die physiographischen Verhältnisse dieses Gebietes hauptsächlich für die hier in Rede stehende Eigentümlichkeit der Ascidiensfauna zur Verantwortung zu ziehen sind. — Bei der Prüfung der *physiographischen Verhältnisse* sind zunächst die ganz allgemeinen, die sich auf die Polferne beziehen, ins Auge zu fassen. Es muß zugegeben werden, daß manche Ascidiengruppen in den polaren Gebieten vorwiegen, in den Tropen zurücktreten, und umgekehrt. Kann aber nun das Fehlen der Diktyobranchien und Botrylliden sowie das offenbare Zurücktreten der Synoiciden im Mittelgebiet Westafrikas dadurch erklärt werden, daß es sich hier um einen tropischen Küstenstrich handelt? Wohl kaum. Mögen diese Gruppen auch zum Teil in den gemäßigten Breiten etwas üppiger entwickelt sein, so kann doch keineswegs gesagt werden, daß sie die Tropen meiden. So kann es nicht an der Tropennatur liegen, daß an der westafrikanischen Küste keine Phallusia und nur eine einzige Synoicide nachgewiesen werden konnte. Es liegt zweifellos an den spezielleren physiographischen Verhältnissen dieses Gebietes. Als solche kommen hauptsächlich drei in Betracht, Temperaturverhältnisse, Ernährungsverhältnisse und Bodenständigkeitsverhältnisse, allenfalls noch der Salzgehalt.

Was zunächst die Temperaturverhältnisse anbetrifft, so ist zu bemerken, daß die Temperatur dieses tropischen Küstengewässers durch verschiedene, zum Teil kalte Strömungen (z. B. den Benguella-Strom) und vor allem durch den kalten Küstenauftrieb modifiziert wird. Die Temperatur des Küstengewässers ist demnach weder gleichmäßig tropisch noch

gleichmäßig kühl. Schwankungen der Temperatur sind aber für die Entwicklung einer üppigeren Meeresfauna zweifellos ungünstig.

Auch die Ernährungsverhältnisse sind ungünstig. Die Zufuhr der planktonischen Nahrung der Ascidien mag dort, wo nahrungsreiche Oberflächenströme die Küste bestreichen, wie im Südbezirk der kalte Benguella-Strom, im Nordbezirk der warme Kanariens-Strom, eine reiche sein; und so sehen wir auch tatsächlich im Süd- und im Nordbezirk (Deutsch-Südwestafrika und Senegal) eine noch ziemlich gute Entwicklung der Ascidiensfauna. Dagegen ist in den Gewässern des aus der tieferen Tiefe aufsteigenden kalten Küstenauftriebes kaum eine üppige Fauna von Tieren, die hauptsächlich auf planktonische Nahrung angewiesen sind, zu erwarten.

Auch die Verhältnisse der Bodenständigkeit können für festsitzende Tiere kaum als günstig bezeichnet werden. Die Küste des tropisch-subtropischen Westafrikas ist zum weit überwiegenden Teil eine Ausgleichküste mit lockerem Sandstrand, der schutzlos einer ozeanischen Brandung ausgesetzt ist, und dessen Sande einem unaufhörlichen Trieb ausgesetzt sind. Die Stellen, wo das Felsenskelett des Kontinents sich frei unter die Gewässer des Litoral einschiebt, und die deshalb einer Fauna seßhafter Tiere Gelegenheit zur Ansiedelung geben, sind nur spärlich, und Mangel herrscht auch an ruhigeren Buchten, die den sich im ruhenden Sande und Schlamm verankernden Ascidien Wohngelegenheit darbieten. Es gibt wohl derartige Örtlichkeiten, so gewisse Fels- und Klippenstrandpartien bei Swakopmund, gewisse ruhige Buchten, wie die Walfischbay und die Große Fischbay; doch sind sie meist weit isoliert, durch lange Strecken offenen Sandstrand voneinander getrennt.

Wahrscheinlich haben auch die Verhältnisse des Salzgehaltes ungünstig auf die Ascidiensfauna eingewirkt. Wie ungünstig eine Versüßung des Wassers auf diese rein marine Tiergruppe einwirkt, sieht man an der Ascidiensfauna der Ostsee, die nur in ihrem salzreicheren westlichen Teil Ascidien beherbergt, und zwar nur eine spärliche Zahl von Arten und, was besonders beachtenswert ist, meist nur kleine Formen. Zweifellos ist aber die Quantität des Süßwassers, das durch die großen Ströme, zumal durch den Kongo, in die oberflächlichen Schichten der westafrikanischen Küstengewässer eingeführt wird, enorm.

Michaelsen hat diese ungünstigen physiographischen Verhältnisse dargelegt zur Erklärung der Tatsache, daß manche der großen Ascidiengruppen im tropisch-westafrikanischen Litoral ganz fehlen oder doch nur sehr spärlich vertreten sind. Welche dieser Momente, und in welchem Grade die verschiedenen hier aufgeführten Momente bei den verschiedenen systematischen Gruppen wirksam gewesen sind, läßt sich im einzelnen kaum nachweisen. Mit der Spärlichkeit der Artenzahl und dem Fehlen ganzer Gruppen ist aber der Einfluß dieser Momente nicht erschöpft. Auch in anderen Hinsichten wirkten sie auf den Charakter der westafrikanischen Ascidiensfauna ein.

Eine zunächst auffallende Charaktereigenschaft der tropisch-westafrikanischen Ascidiensfauna ist das Fehlen großer Formen und das Vorherrschen von Zwergformen. Gattungen, die in anderen Gebieten recht große Formen, zum Teil Riesenformen hervorbringen, treten im tropischen Westafrika in sehr kleinen Formen, zum Teil geradezu in Zwergformen auf. In den subtropischen Grenzbezirken, in Senegal und Deutsch-Südwestafrika, finden sich, wenn auch keine

Riesenformen, so doch noch recht stattliche Formen. Doch erreichen selbst diese Arten hier meistens schon nicht mehr die Größe, wie verwandte Formen im Mittelmeer und wie die gleiche Art am Kaplande. Das tropische Westafrika zwischen diesen Grenzgebieten hat aber nur kleine oder winzige Ascidiënformen hervorgebracht. Die Zwergenhaftigkeit der tropischen westafrikanischen Ascidiën muß einleuchten, wenn man die Größen dagegen hält, die nahe verwandte Formen und Gattungsgenossen in anderen Gebieten erreichen, wenn man z. B. in Vergleich zieht, daß die von Angola bis zur Goldküste nur durch ganz winzige Formen vertretene Gattung *Styela* in anderen Gewässern bis fast kindskopfgröße Individuen ausbildet, und daß auch *Pyura* und *Polycarpa* in anderen tropischen Meeren durch recht stattliche Formen vertreten sind. — Zu beachten ist übrigens noch, daß einzelne Formen der küstenferneren Inseln des Golfes von Guinea eine beträchtlichere Größe als die Formen der Küste aufweisen, und es scheinen also die physiographischen Verhältnisse, die den soeben erörterten Charakter der Ascidiënfauna der tropischen westafrikanischen Küste verursachten, im Bereich der küstenferneren Inseln nicht in ebenso hohem Grade wirksam gewesen zu sein.

Ein letzter eigentümlicher Charakter der westafrikanischen Ascidiënfauna liegt darin, daß die größere Zahl der Formen eine meist sehr starke Inkrustation des Zellulosemantels aufweist, was mit dem häufigen Auftreten von Treibsand zusammenhängen mag.

Bevor *Michaelsen* seine Befunde an den Tieren seiner Sammlungen ausführlich darlegt, gibt er noch eine die Seiten 332 bis 338 umfassende Schilderung der geographischen Beziehungen der benthonischen Ascidiën des westafrikanischen Litorals. Wertvolle Vertiefung dürften die physiographischen und die biogeographischen Gedanken *Michaelsens* durch einen Vergleich mit dem Verhalten der Weichkorallen erfahren, wozu das Material aus den Kükenthalschen Arbeiten zu gewinnen wäre.

Dr. Thilo Krumbach, Rovigno.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur zentrischen reflexlosen Ophthalmoskopie.

Zu O. Henkers Artikel über „Das große Gullstrand'sche Ophthalmoskop“ (Heft 30 dieser Ztschr., S. 433 bis 439) erlaube ich mir, zur Wahrung meiner Prioritätsansprüche auf folgendes hinzuweisen. Die *zentrische reflexlose Ophthalmoskopie* im allgemeinen und die ihre Ausführung überhaupt erst ermöglichende Konstruktion der *Beleuchtungsröhre* im besonderen — mit der, von mir zuerst in die Ophthalmoskopie eingeführten, einmal in einer zentrischen Blende des Beleuchtungsrohrs und mit dieser nochmals in der Peripherie der Patientenpupille *aplanatisch* abgebildeten *fadenförmigen* Lichtquelle — stammt von mir und sonst von niemand. Das geht aus meiner, in der Henkerschen Aufzählung (Anmerkung 2 auf Seite 435 dieser Zeitschrift) fehlenden Arbeit „über die zentrische reflexlose Mikro-Ophthalmoskopie“ (Zeitschr. f. Augenheilkunde, 1912, Bd. 28, S. 307—324) einwandfrei und unwiderleglich hervor. Die *induktive Theorie* dieser meiner Methode habe ich bereits 1908 („Zur Photographie des menschlichen Augenhintergrundes“, Archiv für Augenheilkunde, Bd. 59, S. 115 bis 142) gegeben. Dadurch, daß zwei Jahre später (1910, Ber. d. Heidelberg. Ophthalmol. Ges., S. 75—80: „Neue Methoden der reflexlosen Ophthalmoskopie“) *Gull-*

strand — der bis dahin nichts über die reflexlose Ophthalmoskopie veröffentlicht hatte — meine wissenschaftliche Methode im allgemeinen und meine Beleuchtungsröhre im besonderen für die Konstruktion seiner großen und kleinen Ophthalmoskope verwendet und später 1911 („Einführung in die Methode der Dioptik des Auges usw.“) meiner induktiven die *deduktive Theorie* nachträglich hinzugefügt hat, ... geht die Urhebererschaft der Erfindung nicht nachträglich von mir auf *Gullstrand* über. Ich begrüße die Gelegenheit, einmal vor dem gelehrten, sachverständigen Leserkreise dieser Zeitschrift diese Feststellungen machen zu können.

Berlin, den 31. Juli 1916.

Dr. Hugo Wolff.

Auf die Bemerkung des Herrn *Hugo Wolff* „Zur zentrischen reflexlosen Ophthalmoskopie“ erlaube ich mir folgendes zu erwidern.

Wie aus der Überschrift meines Artikels deutlich hervorgeht, wollte ich einem Nichtaugenarzt einen Begriff von der Wirkungsweise des großen Gullstrand'schen Ophthalmoskops vermitteln. Ich habe aber nicht eine historisch kritische Studie über die zentrische reflexlose Ophthalmoskopie zu schreiben beabsichtigt. Die Literatur, die sich nicht auf das Gullstrand'sche Instrument bezieht, ist deshalb auch nicht vollständig angegeben worden. Wohl aber habe ich deutlich hervorgehoben, daß vor *Gullstrand* die Herren *Thorner*, *Wolff* und *Dimmer* reflexlose Augenspiegel konstruiert haben. Gerade um die Zeitfolge hervorzuheben, sind von mir die ersten Arbeiten von Herrn *Wolff* zitiert und der leichten Zugänglichkeit für die Leser wegen ist die in dieser Zeitschrift erschienene Arbeit über die Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges erwähnt worden. Daß ich nicht daran gedacht habe, Herrn *Wolffs* Verdienste zu schmälern oder Arbeiten von ihm zu unterdrücken, geht für jeden objektiven Leser wohl daraus hervor, daß in der zuletzt erwähnten *Wolff'schen* Arbeit auf Seite 948 des 1. Jahrgangs dieser Zeitschrift vom Jahre 1913 die Beleuchtungsröhre, auf die Herr *Wolff* großen Wert legt, beschrieben und in Figur 4 wiedergegeben worden ist.

Jena, den 7. August 1916.

Dr. O. Henker.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Tagung deutscher Hochschullehrer der Geographie.

In der Sitzung am 19. Juni berichtete Professor A. Merz (Berlin) über die *Tagung deutscher Hochschullehrer der Geographie*, die auf Einladung der Universitätsprofessoren E. Brückner (Wien), A. Hettner (Heidelberg), E. Oberhummer (Wien), J. Partsch (Leipzig), A. Penck (Berlin), A. Philippson (Bonn), C. Uhlig (Tübingen) und H. Wagner (Göttingen) am 26. und 27. April 1916 in Heidelberg getagt hat. Als Zweck der Tagung war in dem Einladungsschreiben die Erzielung voller Klarheit über eine Reihe von Fragen angegeben, die durch den Krieg aufgeworfen worden sind, z. B. wie sich das Gebäude des geographischen Lehrbetriebes gegenüber den stürmischen Anforderungen des Krieges bewährt habe, ob es auf den Hochschulen den Lehrern des Faches, auf den mittleren Schulen den Gebildeten aller Stände und in den niederen Schulen der breiten Masse des Volkes geographische Kenntnisse in nötigem Maße und in erforderlicher Vertiefung liefere, ob die Kunst des Kartenlesens, die im Felde für Tausende von Offizieren unerläßliches Erfordernis und für Millionen Soldaten

von unschätzbarem Wert ist, in den Schulen genügend eindringlich gelehrt wird, ob es richtig ist, wenn die Geographie der Schule unter Verzicht auf die Reform der letzten Jahrzehnte wieder der Hauptsache nach in politische Geographie ausläuft, ob die Geographie Deutschlands auf Kosten der anderen Länder noch stärker betont werden soll, wie sich an Universitäten und Hochschulen das Bedürfnis nach politisch-geographischer und wirtschafts-geographischer Bildung befriedigen lasse, welche Stellung die Geographie zu der vielfach gewünschten Auslandshochschule einnehmen solle, wie sich Studium und Betrieb der Länderkunde fördern ließe, welche Erleichterungen den im Felde stehenden Studierenden der Geographie zur baldigen Erreichung ihres Studienzieles gewährt werden könnten usw. Auf der Versammlung, die von 25 Teilnehmern, darunter 20 Universitätsprofessoren, besucht war, gelangten folgende Leitsätze einstimmig zur Annahme:

1. Bei der Heimkehr der im Felde stehenden Kommitenten wird den Lehrern der Geographie die Pflicht erwachsen, denen, die ihre geographischen Studien unterbrechen mußten, die baldige Erreichung ihres Studienzieles zu erleichtern. Der geeignetste Weg dazu wird sein, neben den allgemein zugänglichen Vorlesungen ein Repetitorium für Kriegsteilnehmer zu veranstalten, das im Wechsel von Vortrag, Frage und Antwort die Wiedereinführung in die Hauptlehren der mathematischen und der allgemeinen Geographie, sowie in die Geographie des Menschen bewirken soll. Vorausichtlich wird eine Wiederholung dieser Einrichtung in den nächsten Semestern nach dem Friedensschluß sich empfehlen.

2. Unter Festhaltung ihrer rein wissenschaftlichen Aufgabe einer Natur und Menschen umfassenden Erforschung und Darstellung der Erdoberfläche muß die Geographie bestrebt sein, an den politischen und wirtschaftspolitischen Aufgaben unseres Vaterlandes mitzuarbeiten.

Wir halten es für verfehlt, wenn die Geographie auf der Schule, so wie es neuerdings verlangt worden ist, unter Verzicht auf die Reform der letzten Jahrzehnte wieder der Hauptsache nach in politische Geographie ausläuft. Wir sind ferner überzeugt, daß es gerade den heutigen Bedürfnissen nicht entspricht, wenn die Geographie von Deutschland auf Kosten der anderen Länder Europas und der außereuropäischen Erdteile noch stärker betont wird. Auch die erwünschte Erweiterung des geographischen Unterrichts soll ebensowohl der Kenntnis der außerdeutschen Länder wie der Deutschlands zugute kommen.

3. Der Krieg hat in allen Kreisen des deutschen Volkes einen Mangel im Verständnis und im Gebrauche von Karten größeren Maßstabes offenbart. Zur Abhilfe empfiehlt sich beim Unterrichte in allen Schularten zum Gebrauche und Verständnis solcher Karten anzuleiten, sie bei Jugendwehren und ähnlichen Vereinigungen zu verbreiten und ihren Bezug möglichst bequem zu gestalten.

Ein fernerer Mangel ist das unsichere politische Urteil im deutschen Volke. Neben der mangelhaften politischen Erziehung beruht es auf unzulänglichen geographischen Kenntnissen. Als Mittel zur Abhilfe empfiehlt sich neben besserem geographischen Unterricht die Verbreitung geographischen Wissens und Verstehens durch Wort und Schrift, die von geographischen Gesellschaften oder ähnlichen bestehenden geographischen Organisationen ausgehen könnte.

Angesichts der während des Krieges gemachten Erfahrungen, die den Wert gründlicher geographischer Kenntnisse, insbesondere auch der Fähigkeit im Gebrauch der topographischen Karte dartun, muß die Ausdehnung des Geographieunterrichts in der Schule bis in die oberste Klasse im Umfang von mindestens 2 Stunden wöchentlich und Erteilung desselben ausschließlich durch fachmännisch vorgebildete Lehrer gefordert werden.

4. Für das Studium und den Betrieb der Länderkunde sind dringend notwendig Reisen, nämlich:

1. Exkursionen von Studierenden der Geographie sowohl an Universitäten als auch an technischen und Handelshochschulen unter Führung von akademischen Lehrern nicht nur ins Inland, sondern auch ins Ausland. Es empfiehlt sich, größere Exkursionen für Studierende verschiedener Universitäten unter einheitlicher Führung zu organisieren.
2. Studienreisen von jüngeren Geographen nach Absolvierung der Studien in Form eines längeren Aufenthaltes in einem fremden Lande, um dieses durch eingehendes Studium kennen zu lernen.
3. Reisen von Hochschullehrern der Geographie behufs länderkundlicher Studien.

Alle diese Exkursionen und Studienreisen sind durch Gewährung staatlicher Mittel in Form fester Stipendien sowie durch Gewährung von Urlaub zu fördern.

Es ist erwünscht, in den Hochschul-Vorlesungen und -Übungen die Länderkunde nicht hinter der allgemeinen Geographie zurücktreten zu lassen, und neben den zusammenfassenden Übersichten größerer Gebiete auch eingehende Betrachtungen engerer Räume zu geben.

Es wird das Bestehen eines dringenden Bedürfnisses nach Mitteln für die Veröffentlichung länderkundiger Arbeiten betont.

5. Da schon bei der jetzigen ungemeinen Ausdehnung der geographischen Wissenschaft es kaum möglich ist, daß ein Professor in seiner Lehrtätigkeit das Gesamtgebiet genügend vertritt, werden die großen, neuen Aufgaben, welche durch und nach dem Kriege der Geographie gestellt werden (wie Wirtschaftsgeographie, politische Geographie, Auslandskunde u. a. m.), nur bewältigt werden können, wenn an jeder Universität eine zweite etatsmäßige Professur geschaffen wird.

6. Im Interesse der Förderung politisch-geographischer und wirtschafts-geographischer Bildung erscheint es dringend geboten, daß an jeder Universität und an jeder Technischen oder Handelshochschule eine volle Professur der Geographie besteht oder begründet wird.

Die Erfahrungen des Krieges werden mit ausreichendem Nachdruck die Einsicht gereift haben, daß am wenigsten an einer Kriegsakademie eine geographische Professur entbehrt werden kann, wie sie früher in Berlin und München bestand.

7. Im Interesse des akademischen Nachwuchses und zur Entlastung der Dozenten ist es dringend erwünscht, daß volle Assistentenstellen an denjenigen Universitäten errichtet werden, an denen sie noch nicht bestehen.

8. Die Darstellung der Länder durch den Geographen kann nicht bloß durch Wort und Schrift, sondern auch durch die Karte geschehen. Wünschenswert ist daher, beim akademischen Unterricht auch die Kartographie zu pflegen. Die Bestellung von Lektoren der Kartographie an allen geographischen Instituten und Seminaren zur Ergänzung der Lehrtätigkeit der Professoren erscheint daher nötig.

Die geographisch-morphologische Ausbildung der aufnehmenden Topographen und der Kartographen ist dringend notwendig.

9. Im Anschluß an die vielfach erörterte Frage nach einer deutschen Auslandshochschule erklären wir, daß die Geographie eine wichtige Grundlage für jedes Auslandsstudium liefert und daher lebhaft daran interessiert ist, daß dessen Pilege in engere Verbindung mit dem Hochschulstudium gebracht wird.

10. Der Vielseitigkeit der Beziehungen der Geographie zu den verschiedenen Natur- und Geisteswissenschaften widerspricht in manchen Prüfungsordnungen eine einseitige Verbindung mit einem einzelnen Hauptfach oder einer Fachgruppe. Es ist volle Freiheit der Wahl der Verbindung mit Zweigen der beiden großen Wissenschaftsgebiete zu empfehlen.

Am Schluß der Tagung gab Professor *Friederichsen* einen kurzen Überblick über die Tätigkeit der Landeskundlichen Kommission, die beim Generalgouvernement Warschau errichtet worden ist zu dem Zweck, die wissenschaftliche Landeskunde Polens zu fördern.

Der Vortrag löste eine lebhafte Erörterung aus, an der sich die Herren Dr. *Engelbrecht*, Geheimrat *Haußmann*, Geheimrat *Hellmann*, Dr. *Huth*, Geheimrat *Jentsch*, Professor *Kettler* und Geheimrat *Penck* beteiligten.

O. B.

Chemische Mitteilungen.

Das merkwürdige optische Verhalten des Vanadinpentoxydsoles behandelt ein Aufsatz Prof. Dr. *H. Freundlich*s in der *Ztschr. f. Elektrochemie* (1, 27, 1916). Das Vanadinpentoxyd (V_2O_5)-Sol ist eine klare, in nicht zu konzentriertem Zustande wenig zähe Flüssigkeit. Wenn man dieses Sol mit einem Glasstabe rührt, zeigen sich zahlreiche gelbe, seidenglänzende Schlieren, als ob feine Kriställchen in der Flüssigkeit schwebten. Gleichzeitig wird das Sol außerordentlich stark doppeltbrechend. Wird das Sol zwischen gekreuzte Nikols gebracht, so genügt die geringste Erschütterung, um das ursprünglich dunkle Gesichtsfeld aufzuhellen. Die Erscheinung hängt wahrscheinlich mit der ultramikroskopisch feststellbaren länglichen Gestalt der V_2O_5 -Teilchen zusammen. Solange die Flüssigkeit in Ruhe ist, wird kein Lichtvektor des durchgehenden Lichtes bevorzugt werden, da sich sämtliche Teilchen in regelloser Brownscher Bewegung befinden. Eine Veränderung der Doppelbrechung tritt erst ein, wenn der Flüssigkeit eine bestimmte Bewegungsrichtung erteilt wird, wobei sich die Teilchen mit ihrer Längsachse in die Stromrichtung stellen. Läßt man das Sol durch eine Röhre herabfließen, so stellen sich die Teilchen mit ihrer längsten Achse senkrecht. Ein ausgeschnittenes Stück dieser fließenden Flüssigkeit müßte sich gegenüber polarisiertem Licht wie eine Kristallplatte verhalten, die man parallel zur Achse aus einem optisch einachsigen Kristalle ausgeschnitten hat. Die Erfahrung hat diese Annahme vollauf bestätigt. Nicht nur auf mechanischem Wege, sondern auch mit Hilfe des elektrischen Stromes oder des Magnetfeldes kann eine regelmäßige Lagerung der V_2O_5 -Teilchen hervorgerufen werden. Es besteht eine Analogie zwischen dem Verhalten des V_2O_5 -Sols und dem der anisotropen Flüssigkeiten, den sogen. flüssigen Kristallen. Auch die anisotropen Flüssigkeiten zeigen bei mechanischen Verschiebungen und im Magnetfelde Veränderungen der Doppelbrechung. Es sei noch auf die auffallende Erscheinung hingewiesen, daß die V_2O_5 -Teilchen, trotz-

dem sie eine längliche Gestalt besitzen, nicht kristallinisch sind, sondern sich durchaus wie amorph verhalten; die Teilchen werden aus dem Sol durch Elektrolytzusatz als große schwammige Flocken ausgefällt.

O. F.

Die Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen aus Naphthalin. Das Naphthalin gehört zu denjenigen Destillationsprodukten des Steinkohlenteers, für die eine vollkommen befriedigende technische Verwertung bis jetzt noch nicht gefunden ist. Von den 80 000 t, die Deutschland jährlich erzeugt, wird der größte Teil verfeuert. *Franz Fischer* ist es vor kurzem gelungen, das Naphthalin in flüssige Kohlenwasserstoffe umzuwandeln, und zwar indem er sich auf die bekannten Friedel-Crafttschen Arbeiten über die Zersetzung gewisser Kohlenwasserstoffe durch Aluminiumchlorid stützte. Das Naphthalin wird unter Druck mit Aluminiumchlorid behandelt, wobei bis zu 40 % des ersten in flüssige Kohlenwasserstoffe verwandelt werden. Der Rest besteht aus einem Gemisch von Pech und Kohle. Der Prozeß verläuft wahrscheinlich in der Weise, daß ein Teil des Naphthalins auf Kosten eines anderen Teils hydriert wird, wobei dem Aluminiumchlorid die Rolle des Wasserstoffüberträgers zukommt. Die erhaltenen Öle zeigen eine Verbrennungswärme von 9932 Cal und einen Entflammungspunkt, der zwischen 70° und 75° C liegt. Die Viskosität entspricht der des Petroleums. Es zeigte sich, daß das hydrierte Naphthalin ganz gut an Stelle von Petroleum gebrannt werden kann, wenn man Lampen mit besonderen Brennern, die eine stärkere Luftzufuhr ermöglichen, verwendet. (*Ber. d. deutsch. chem. Gesellschaft*, 253, 1916.)

O. F.

Vom Methylalkohol. 1. *Hart* und *Lamb* (*Journ. Amer. Chem. Soc.* 34, 1619, 1914) haben neuerdings festgestellt, nachdem es von anderer Seite bestritten worden war, daß beim Lagern von Getreide kleine Mengen von Methylalkohol (0,05 % der gelagerten Masse) entstehen. Wahrscheinlich stammt der Methylalkohol von der Einwirkung von Mikroorganismen auf Glykoll, wenigstens vermag ein Zusatz dieser Aminosäure die Menge des gebildeten Methylalkohols zu erhöhen. 2. *Th. v. Fellenberg* (*Mitteil. a. d. Geb. d. Lebensmitteluntersuch. u. Hygiene* 6, 24, 1915) weist auf die durch Genuß von methylalkoholhaltigen Obstresterbranntweinen hervorgerufenen Augenerkrankungen hin. Solche Branntweine, wie der sogenannte Birnträsch, der in der Zentralschweiz viel konsumiert wird, enthalten 1—4 % Methylalkohol. *Fellenberg* zeigte, daß bei gleichzeitiger Anwesenheit von Äthyl- und Methylalkohol der letztere als schwerer verbrennlich vom leichter oxydierbaren Äthylalkohol im Körper vor der Vernichtung geschützt wird und daher in erhöhtem Maße zur Geltung kommt. Solcher Träsch ist daher gefährlicher als sein Methylalkoholgehalt vermuten ließe. In einem Gutachten über die Wirkung des andauernden Genusses von Tresterbranntweinen erklärte Dr. *F. Stocker* (Luzern) (1913), daß er alljährlich Patienten zu behandeln habe, die durch übermäßigen Träschgenuß an den Sehorganen erkrankt waren. Auch bei nikotinabstinenten Personen zeigten sich die gleichen Erscheinungen, die also nicht etwa dem Tabak zugeschrieben werden können. Ebenso kamen Most-, Bier- oder Weintrinker nur dann in Betracht, falls sie gewohnt waren, diesen Getränken den Träsch folgen zu lassen, wie es vielfach geübt wird. Inwieweit der Methylalkohol der schuldtragende Teil sei, wurde von *Stocker* nicht untersucht. Es kann dies aber nach

den neueren Feststellungen *Fellenbergs* wohl kaum in Zweifel gezogen werden. *Fellenberg* gebührt auch das Verdienst, auf den hohen Gehalt der Pektinstoffe an leicht abspaltbarem, in Form von Estern auftretendem Methylalkohol (9—12 %) hingewiesen zu haben (1914). Diese Pektinstoffe sind reichlich vorhanden in vielen Nahrungsmitteln wie Rüben, Kohlarten, in Früchten, besonders Äpfeln, Birnen. Eine Schädigung der Augen durch Genuß selbst sehr großer Mengen dieser Nahrungsmittel ist wohl niemals zu befürchten, obwohl bei ausschließlicher oder nahezu ausschließlicher Obstkost der Methylalkoholgehalt des Harns stark über das Normale ansteigt. G. T.

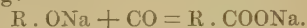
Pringsheim, Hans, und Stefanie Lichtenstein,
Über kristallisierte Dextrine aus Glykogen. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft Jahrg. 49 (1916), S. 364. Seit 3 Jahren hat sich *Pringsheim* in Gemeinschaft mit *Langhans* und mit *Eißler* mit der von *Franz Schar-dinger* entdeckten Vergärung der Stärke durch den *Bac. mazerans* und mit den kristallisierten Produkten dieser Gärung beschäftigt. Er konnte dabei feststellen, daß es sich hier um eine neue Klasse von Polysacchariden handelt, die aus der Stärke durch einen Depolymerisationsprozeß entstehen und die deshalb im Molekül der Stärke vorhanden sein dürften; die Ergebnisse dieser Versuche und die aus ihnen gezogenen theoretischen Schlüsse wurden im 3. Jahrgang der „Naturwissenschaften“ im Jahre 1915 auf S. 95 zusammengefaßt.

Der Gedanke lag nun nahe, auch im Molekül anderer Polysaccharide derartige Zucker mit Ringstruktur als Grundkomplexe zu vermuten; um diese Annahme auf eine experimentelle Grundlage zu stellen, wurde der Versuch gemacht, andere hochmolekulare Saccharide als Stärke der Vergärung durch den *Bac. mazerans* zu unterwerfen. Bei verschiedenen, wie beim Inulin und dem Salepschleim, konnte keine Vergärung erreicht werden. Am hoffnungsvollsten erschien der Versuch beim Glykogen, weil dieses Polysaccharid der Stärke am nächsten verwandt ist: es besteht wie die Stärke nur aus Glukosemolekülen, es wird wie die Stärke durch amylytische Fermente über nichtkristallisierende Dextringemische in Maltose gespalten und es gibt wie diese Dextrine eine Färbung mit Jodlösung.

Der Versuch hat gelehrt, daß das Glykogen durch den *Bac. mazerans* vergoren werden kann; allerdings verläuft die Gärung viel schleppender. Sie ist deshalb weit schwerer rein zu führen als die der Stärke. Als dies Hindernis und andere, die hauptsächlich in der Unreinheit des Handelsglykogens ihre Ursache haben, überwunden waren, ließen sich wiederum kristallisierte Abbauprodukte isolieren. Sie erwiesen sich mit den aus Stärke erhaltenen identisch. Dadurch ist der Beweis erbracht, daß die beiden Polysaccharide, die im physiologischen Sinne dieselbe Rolle spielen, insofern die Stärke im pflanzlichen Körper die Funktion des Glykogens im tierischen als Reservematerial übernimmt, auch in ihrem chemischen Aufbau nahe verwandt sein müssen. Sie enthalten also in ihren Molekülen dieselben „Ringzucker“ als Grundkomplexe. H. P.

Über Gasreaktionen unter höheren Drucken berichtet *A. Stähler*. Nachdem es ihm schon früher gelungen war, aus Borsäure und hochkomprimiertem

Stickstoff Bornitrid in guter Ausbeute herzustellen, versuchte er nun, durch Einwirkung von hochkomprimiertem Kohlenoxyd auf Alkoholate zu den Natriumsalzen der nächst höheren Fettsäuren zu gelangen, nach der Gleichung:



Versuche in dieser Richtung, jedoch bei gewöhnlichem Druck, sind in früheren Jahren schon mehrfach unternommen worden und hatten gezeigt, daß die Addition des Kohlenoxyds nur sehr langsam und unvollständig vor sich geht. Die Erwartung, daß diese Addition bei höherem Druck vollständiger verlaufen werde, hat sich nicht bestätigt; denn selbst bei Drucken von 150—300 Atm. wurden aus trockenem Alkoholat und trockenem Kohlenoxyd höhere Fettsäuren nur in Spuren gebildet. Dagegen zeigte sich, daß bei Einwirkung von komprimiertem Kohlenoxyd auf Alkohole in Gegenwart von gelöstem Natriumalkoholat eine katalytische Anlagerung von Kohlenoxyd unter Bildung von Ameisensäureestern stattfindet; diese Addition des Kohlenoxyds verläuft bei gewöhnlicher Temperatur am besten. Als Druckgefäß wurde ein schmiedeeiserner Autoklav von 1 l Inhalt mit galvanisch versilberter Innenwandung und mit konisch aufgeschliffenem Deckel benutzt, der durch 6 starke Stiftschrauben mit entsprechenden Sechskantmuttern verschlossen wurde. Auf dem Deckel saß ein kreuzförmiges Rohr, das oben das Manometer und an den beiden Seitenarmen je ein Arborventil trug. Das Kohlenoxyd wurde einer Stahlflasche mit 150 Atm. entnommen und mit einer kleinen hydraulischen Pumpe in einem Kruppschen Stahlzylinder auf den gewünschten Druck (300 Atm.) gebracht. Zur Trocknung wurde das Kohlenoxyd durch ein mit Chlorcalcium beschicktes Rohr aus Phosphorbronze geleitet. Zur Verbindung der einzelnen Apparateile dienten dünne gezogene Stahl- oder Kupferröhren, die mittels Überwurfmutter auf Gewinde geschraubt wurden; als Dichtungsmaterial wurden Vulkanfiberringe verwendet.

Mit der nämlichen Apparatur wurden ferner Versuche über die Einwirkung von hochkomprimiertem Ammoniak auf kohlenstoffhaltige Substanzen angestellt. Zu diesem Zweck wurden die zu untersuchenden Stoffe in einem in den Autoklaven eingesetzten Glasgefäß einfach mit verflüssigtem Ammoniak übergossen und hierauf der Apparat schnell verschraubt. So wurde Tetrachlorkohlenstoff bei 140° und bei Gegenwart von etwas Jod und Kupfer vollständig umgesetzt; als Hauptprodukt der Umsetzung wurde salzsaures Guanidin erhalten, daneben entstand noch Dicyan oder Cyanwasserstoff. Aus Äthylchlorid wurde bei 220° und 220 Atm. Maximaldruck glatt Äthylamin, und zwar vorwiegend Monoäthylamin erhalten, aus Äthylenchlorid in analoger Weise Äthylendiamin. Chlorbenzol und Ammoniak reagierten bei 250° und 400 Atm. Druck überhaupt nicht miteinander, Brombenzol und Ammoniak nur ein wenig und nur bei Gegenwart von Ammonium- und Aluminiumjodid als Überträger. Schließlich wurde noch die Einwirkung von hochkomprimiertem Kohlenoxyd auf wässriges Ammoniak bei Gegenwart von Eisenbimsstein untersucht, doch wurden hierbei statt des erwarteten Ammoniumformats Harnstoff und Blausäure erhalten. (*Berichte der Dt. Chem. Gesellsch.* Bd. 47, S. 580 bis 590 und 909—913.) S.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 35.

1. September 1916.

der Jahrgang.

INHALT:

Der Föttingersche Transformator und seine Bedeutung für den Schiffbau. Von *Dipl.-Ing. K. Hencky, München*. S. 525.

Ein neues Lehrbuch der Morphologie. Von *Dr. F. Nussbaum, Münchenbuchsee bei Bern*. S. 532.

Mitteilungen aus der Röntgentechnik:

Röntgenstrahlenmeßeinrichtungen und deren Vergleich. Das Verhalten der Röntgenröhre im praktischen Betriebe. Ein neues Röntgenrohr für spektroskopische Zwecke. S. 535–537.

Technische Mitteilungen:

Den schwarzen Phosphor aus rotem Phosphor herzustellen. Ueber die Herstellung von Kobalt-

niederschlägen auf anderen Metallen und Legierungen. Eine Haarsalbe aus der Zeit der alten Römer. Einen die Benetzung verhindernden Ueberzug auf Sandkörnern. Briketts für die Schifffahrt. S. 537–538.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1916, Bd. 34, H. 4, 5 u. 6. S. 539, 540.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1916, Bd. 116, H. 1. S. 540.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, 1916, Bd. 39, H. 5/6. S. 540.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort

von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Die Dampfturbinen

Mit einem Anhang über die Ansichten der Wärmekraftmaschinen
und über die Gasturbine

Von

Dr. phil., Dr.-Ing. A. Stodola

Professor am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich

Vierte, umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 856 Figuren und 9 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 30.—

Die neuere Entwicklung im Schiffsmaschinenbau

Von

Ingenieur W. Kaemmerer

Mit 148 Textabbildungen — Preis M. 3.—

Die Dieselmachine in der Großschiffahrt

Von

Ingenieur W. Kaemmerer

Mit 84 Textfiguren — Preis M. 3.—

Dieselmachines für Land- und Schiffsbetrieb

Von

A. P. Chalkley,

mit einer Einleitung von

Dr.-Ing. Rudolf Diesel, München

Ins Deutsche übertragen von

Dr. phil. Dipl.-Ingenieur Ernst Müller

Mit 90 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 8.—

Berechnen und Entwerfen der Schiffskessel

unter besonderer Berücksichtigung der Feuerrohr-Schiffskessel.

Ein Lehr- und Handbuch für Studierende, Konstrukteure,
Ueberwachungsbeamte, Schiffsingenieure und Seemaschinisten

In Gemeinschaft mit

Dipl.-Ing. Hugo Buchholz

Geschäftsführer des Verbandes technischer Schiffsoffiziere

herausgegeben von

Professor Hans Dieckhoff

Technischer Direktor der Woermann-Linie und der Deutschen Ostafrika-Linie,
vordem etatsmäßiger Professor an der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin

Mit 96 Textabbildungen und 18 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Der Föttingersche Transformator und seine Bedeutung für den Schiffbau.

Von Dipl.-Ing. K. Hencky, München.

Im Rückblick auf die Entwicklung des Schiffsmaschinenbaues darf man sagen, daß in diesem für Handel und Landesverteidigung gleich wichtigen technischen Gebiete wiederum eine neue Entwicklungsperiode eingesetzt hat. Es ist noch nicht lange her, seit der Kolbendampfmaschine in der Dampfturbine eine so ernste Konkurrentin erstanden ist, daß jene im heutigen Kriegsschiffbau völlig und im Handelsschiffbau wenigstens bei Schiffen größerer Geschwindigkeit verdrängt wurde. Trotz aller Fortschritte ist jedoch eine Reihe von Wünschen und Hoffnungen auch bei Einführung der Turbinen noch unerfüllt geblieben, nicht etwa wegen der Schwierigkeiten dieses Antriebssystems, sondern wegen prinzipieller Nachteile, welche die früher allein mögliche, unmittelbare Kuppelung

reiche Vereinigung von Zentrifugalpumpe und Wasserturbine: ein auf der Turbinenwelle sitzendes Schleuderrad überträgt die mechanische Leistung der Dampfturbine auf Wasser, teils als Beschleunigung desselben, teils als Erhöhung des hydraulischen Druckes. Dieses Wasser wird in einem feststehenden Leitapparat möglichst stoßfrei aufgefangen und einer Wasserturbine zugeleitet, die mit der Propellerwelle verbunden jene Geschwindigkeits- und Druckenergie wieder in die mechanische Arbeit der Propellerbewegung umwandelt.

I. Wirkungsweise des Transformators.

Zur genaueren Einsicht in die Wirkungsweise¹⁾ des Transformators betrachten wir zunächst die einzelnen Teile desselben für sich.

1. Die Schleuderpumpe,

welche in schematisch vereinfachter Form durch Fig. 1²⁾ veranschaulicht wird.

Von den zwei ebenen Kreisscheiben a und b des Laufrades ist die eine (b) mit der Welle w_1 fest verbunden. Sie wird von der Dampfturbine in der eingezeichneten Drehrichtung in Umlauf gesetzt. Mit Scheibe b zusammen rotiert auch die Scheibe a , da sie mittels der radial eingesetzten Schaufeln s_1 mit der Scheibe b fest verbunden ist. (Diese Befestigung geschieht meist durch Eingießen der Schaufelbleche, falls nicht das ganze Laufrad aus einem Stück gegossen wird.) Die Scheibe a besitzt in der Mitte eine kreisrunde Öffnung vom Durchmesser o , durch welche Wasser angesaugt wird. Dieses wird an den Eintrittskanten (1) der Schaufeln s_1 erfaßt und durch die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert, verläßt bei (2) die Schaufeln des Laufrades, um in dem Leitapparat aufgefangen und in bestimmter Richtung fortgeleitet zu werden. Dieser Leitapparat steht fest und besteht in ähnlicher Weise wie das Laufrad aus zwei ebenen Ringscheiben c und d und den mit diesen fest verbundenen Leit-schaufeln s_2 . Die durch die Scheiben und Schaufeln als Begrenzungswände gebildeten Kanäle sollen zur Erzielung hoher Ökonomie möglichst

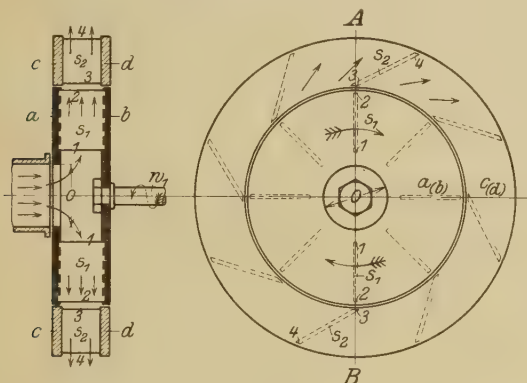


Fig. 1.

Schnitt A—B. Ansicht von der Saugseite.

der Turbinenwelle mit der Schiffsschraube im Gefolge hatte. Im Gegensatz zu dieser Antriebsart ist man in den letzten Jahren dazu übergegangen, zwischen Turbinen- und Schraubenwelle ein Übersetzungsgetriebe einzuschalten derart, daß die Turbine mit hoher Umdrehungszahl ihre Energie vermittels dieses Getriebes auf die Schiffsschraube (Propeller) mit niedrigerer Umlaufzahl überträgt. Zur Erzielung dieser Übersetzung gab es zwei Wege: die Verwendung des Zahnradgetriebes und des Föttingerschen Transformators. Bei den Zahnradern findet die Kraftübertragung durch ein auf der Turbinenwelle sitzendes kleines Rad (Ritzel) statt, das in die Zähne des auf der langsamlaufenden Propellerwelle aufgekeilten großen Rades eingreift. Der Föttingersche Transformator ist eine sinn-

¹⁾ Dieselbe ist schon in dieser Zeitschrift (A. Wiszomirski, Hydraulische Kupplungen, 1914, S. 587, Heft 24) geschildert worden. Eine nochmalige Beschreibung wird im Anschluß an die eingehende Würdigung der Bedeutung des Transformators wohl als gerechtfertigt erscheinen.

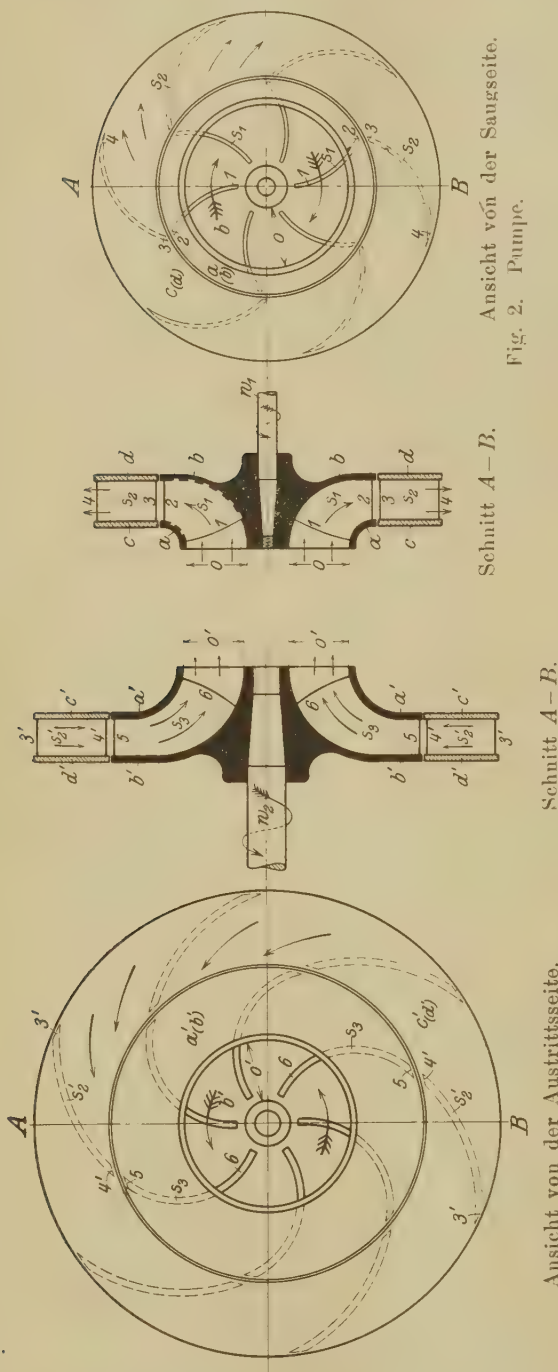
²⁾ Schwarz bezeichnete Maschinenteile gehören zum drehbaren, schraffierte zum feststehenden System. Pfeile mit Fiederung geben die Drehrichtung des Laufrades an, Pfeile ohne Fiederung die Richtung der Wasserströmung.

wenig Reibungsverluste verursachen, müssen also glatt sein und das Wasser stoßfrei aufnehmen und fortleiten. Dies wäre bei der einfachen Form der Pumpe nach Fig. 1 nur sehr mangelhaft der Fall. Es muß daher mit ihr eine — lediglich bauliche

form des *Leitapparates* ist dieselbe geblieben.) Die Schaufeln selbst, im Schnitt *A—B* als Projektion nur durch die Eintritts- (1) und Austrittskanten (2) erkenntlich, sind nicht mehr eben und radial gestellt, sondern gekrümmt. Diese zweite Pumpenform, deren Wirkungsweise dieselbe geblieben ist, entspricht technischen Ausführungen.

2. Die Wasserturbine.

Während die Pumpe einen Aufwand von mechanischer Arbeit erfordert, welcher infolge der Hebung von Wassermassen als potentielle Energie oder durch deren Fortleitung als Strömungsenergie sich in der Flüssigkeit wiederfindet, wird umgekehrt in der Wasserturbine eine zur Verfügung stehende Strömungsenergie (Wasserkraft) in mechanische Arbeit umgesetzt. Die in Fig. 3 gezeichnete Wasserturbine zeigt dieselbe Form wie die Pumpe, es sind nur die Schaufeln des Laufrades entgegengesetzt gekrümmt. Das in Bewegung befindliche Wasser strömt in umgekehr-



Ansicht von der Saugeite.
Fig. 2. Pumpe.

Schnitt A—B.

Schnitt A—B.

Fig. 3. Turbine.

Ansicht von der Austrittsseite.

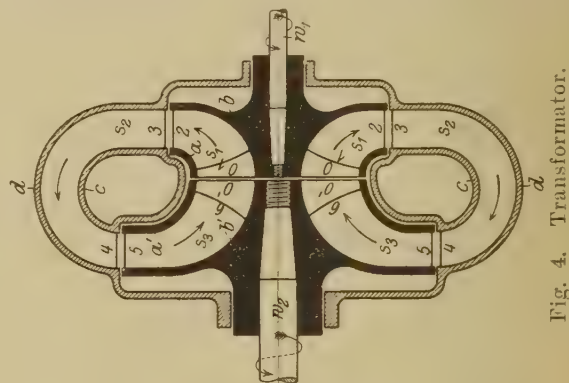


Fig. 4. Transformator.

tem Sinne wie bei der Pumpe zuerst in den Leitapparat (*c'* und *d'*) und wird von den Schaufeln *s'*₂ an den Eintrittskanten (3') erfaßt und mit ganz bestimmter Richtung dem Laufrade (*a'* und *b'*) zugeführt. Nach Verlassen der Leitkanäle bei (4') trifft das Wasser bei (5) auf die Laufschaufeln *s*₃. Diese und mit ihnen das Laufrad werden durch den Stoßdruck des auftreffenden Wasserstrahles in Umdrehung versetzt. Nachdem das Wasser auf diese Weise seine Energie als mechanische Arbeit an der Welle *w*₂ abgegeben hat, verläßt es bei (6) die Laufschaufeln und durch die ringförmige Öffnung *o'* auch das Turbinenrad.

3. Der Transformator.

Nehmen wir die beiden Schnitte der Schleuderpumpe (Fig. 2) und der Turbine (Fig. 3) und legen sie so aneinander, daß die Wasserzuflußöffnung der ersteren *o* der Ausflußöffnung *o'* der letzteren gegenübersteht und vereinigen wir noch die Leiträder, so haben wir einen Schnitt durch den Transformator, wie ihn Fig. 4 zeigt. Durch eine solche Vereinigung der Pumpe mit der Turbine wird bewirkt, daß das aus der Turbine ausfließende Wasser sofort der Pumpe zuläuft und

— Veränderung vorgenommen werden, welche Fig. 2 zeigt. Durch die Umwandlung der ebenen Scheiben *a* und *b* in gewölbte (Profil dieser Rotationskörper im Schnitt *A—B*) wird die anfangs achsiale Strömungsrichtung des Wassers allmählich in die radiale umgeleitet. (Die Scheiben-

in deren Laufrad durch den Aufwand mechanischer Arbeit (Drehung der Welle w_1 durch eine Kraftmaschine) Strömungsenergie verliehen erhält, welche in dem von den Wänden c und d begrenzten und die Leitschaufeln s_2 ¹⁾ enthaltenden Ringkanal möglichst erhalten bleibt und so in dem Laufrad der Turbine als mechanische Arbeitsleistung von der Welle w_2 wieder abgegeben werden kann. Das Wasser vollführt somit einen fortwährenden Kreislauf und bewirkt, daß bei Drehung der Welle w_1 infolge der Energieumsetzung auch die Welle w_2 umlaufen muß, ohne daß zwischen den beiden Wellen irgendeine starre Verbindung besteht.

Würden nun Pumpe und Turbine gleich groß ausgeführt werden, so müßten beide Wellen gleich schnell umlaufen. Dies würde aber dem eigentlichen Zweck des Transformators widersprechen. Der Konstrukteur wählt vielmehr die Schaufelformen und die Größe der Kanalquerschnitte sowie die Durchmesser für das Pumpen- und Turbinenrad verschieden, weil es damit gelingt, eine Übersetzung zu schaffen, d. h. die Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle w_1 kann um ein Vielfaches größer sein als die der Welle w_2 . In ähnlicher Weise kann auch in einem besonders gebauten Transformator bewirkt werden, daß sich die Welle w_2 in entgegengesetztem Sinne wie die Welle w_1 dreht. Dies ist für den Schiffbau von ganz wesentlicher Bedeutung. Es werden nämlich zwei Transformatoren meist in einem Gehäuse zusammengebaut, von denen der Kreislauf des einen Transformators den gleichen, der des anderen den entgegengesetzten Drehsinn der beiden Wellen ergibt. Im Betriebe wird dann jeweils derjenige Kreislauf durch eine besondere Pumpe mit Wasser gefüllt, dessen Umlaufrichtung man gerade wünscht. Ohne den Drehsinn der Pumpenwelle (Dampfturbinenwelle) zu ändern, kann daher derjenige der anderen Welle (Propellerwelle) umgekehrt werden. Der Transformator ermöglicht hierdurch im Schiffsbetrieb Vorwärts- und Rückwärtsfahrt bei gleichbleibender Drehrichtung der Kraftmaschine selbst.

II. Die Bedeutung des Transformators im Schiffbau.

Das in einem solchen Föttingerschen Transformator verkörperte Übersetzungs- und Umsteuerungsprinzip bringt vermöge seiner Vorteile für den Antrieb der Schiffsschraube eine starke Umwälzung hervor. Die Nachteile der direkten Kupplung der Turbinen- und Propellerwelle wurzeln nämlich in der Unmöglichkeit, die Drehrichtung der Dampfturbine ebenso einfach wie die der Kolbenmaschine umzukehren und in dem Verzicht, die für rationelle Bauart und höchste

Ökonomie der Turbine notwendigen hohen Umlaufzahlen anzuwenden, die wesentlich höher liegen als die Drehzahlen der bestmöglichen Propeller. Zwischen den Erfordernissen der Dampfturbine und denen des Propellers besteht sonach eine durch physikalische Gegensätze — nämlich den Unterschied der Dichtigkeits- und Beschleunigungsverhältnisse der Arbeitsmedien — begründete Kluft, die beim direkten Turbinenantrieb, also der direkten Kupplung von Turbinen- und Propellerwelle, durch einen für beide Teile ungünstigen Kompromiß¹⁾ überbrückt werden mußte.

Die durch Kupplung mit dem Propeller erforderliche *Tourenerniedrigung der Dampfturbine* veranlaßt zunächst eine große Vermehrung des Gewichtes derselben gegenüber dem für raschlaufende Turbinen, welche man in jeder größeren Kraftzentrale vorfindet. Die Schwierigkeiten, mit annehmbaren Gewichten eine leidliche Wirtschaftlichkeit der Maschinenanlage zu erzielen, sind für Schiffe mit kleiner Leistung fast unüberwindlich, sobald hochökonomische Kolbenmaschinen in Wettbewerb treten. Daher fand die Turbine auf allen Handelsdampfern mit weniger als 20 Seemeilen²⁾ stündlicher Fahrgeschwindigkeit keinen Eingang. Auf Schiffen für höhere Geschwindigkeit kann die erforderliche größere Maschinenkraft mittels Turbinen auf etwas kleinerem Raum bei höchstens gleichem Gewicht untergebracht werden als mit Kolbenmaschinen, wenn auch die Leistung auf mehrere Wellen verteilt werden muß, denn die Propeller- und demgemäß auch die Turbinendrehzahl darf um so höher gewählt werden, je kleiner die pro Welle zu übertragende Kraft ist. Der Turbinenantrieb brachte deshalb Schiffe mit 3 und 4 Wellen und der hierzu nötigen Zahl von Turbinen. So hat z. B. der Schnelldampfer „Imperator“ 4 Wellen mit je 15 000 PS erhalten (23 Sm/st).

Die Größenverhältnisse und die Anzahl solcher Turbinen in einem Schiffe bringen begreiflicherweise große Schwierigkeiten mit sich. Folgende ungefähre Zahlen mögen zeigen, wie vorteilhaft mit Rücksicht auf die Abmessungen hohe Drehzahlen der Turbine sind:

	als stationäre Turbine	als Schiffs- turbine
Leistung	15 000 PS	15 000 PS
Umdrehungen pro Minute	1000	180
Gehäusedurchmesser .	4 m	6 m
Länge	4,5 m	10 m.

¹⁾ Daß die Dampfturbine dennoch rasche und weitgehende Verwendung fand, hängt damit zusammen, daß sie als Maschine mit nur rotierenden Teilen ein außerordentlich gleichmäßiges Drehmoment ohne jede Erschütterung erzeugt und eine starke Überlastung ermöglicht.

²⁾ 1 Seemeile = 1 Knoten = $\frac{1}{60}$ Meridiangrad = 1,852 km.

¹⁾ Es finden sich in Fig. 4 alle Buchstaben der Fig. 2 und 3 wieder mit Ausnahme von c' , d' , $3'$, $4'$ und s_2' , welche in dem jetzt vereinigten Leitrad (c , d , 3 , 4 , s_2) aufgegangen sind.

Gleichzeitig wächst in hohem Maße die Zahl der in die Turbinen eingebauten Schaufeln, welche die Strömungsenergie des Dampfes in die Arbeitsleistung an der Propellerwelle umsetzen sollen. Wenn man bedenkt, daß diese Schaufeln in nur 3—4 mm Abstand aneinander vorbeigleiten, so ist es erklärlich, daß bei Deformation auch nur einer Schaufel in manchen Fällen die ganze Turbine in ihren wesentlichsten Teilen zerstört wird, wofür die Praxis das schöne Wort „Schaufelsalat“ geprägt hat. Mit der Zahl der Schaufeln wächst deshalb die Gefahr einer Havarie.

Die Schaffung brauchbarer Turbinenanlagen brachte auch *Abänderungen der Propeller*, welche umgekehrt wie die Turbinen für *höhere Umlaufzahlen* konstruiert werden mußten, allerdings unter Verzicht auf die Erreichung des Höchstwirkungsgrades. Dazu gesellten sich im Betrieb noch weitere Nachteile, indem die hohe Belastung der raschlaufenden Turbinenpropeller Korrosionserscheinungen am Schraubenmaterial hervorrief.

Hatte man nun auch gelernt, diese Betriebsunsicherheiten der Schaufelhavarien in den Turbinen und die Zerstörung der Propeller zu meistern, so konnte ein ganz besonders schwerwiegender Nachteil, die *Unmöglichkeit einer einfachen Umsteuerung*, nur durch große Umwege so weit unwirksam gemacht werden, daß die Turbine überhaupt Eingang im Schiffbau gefunden hat. Es werden nämlich für die Rückwärtsfahrt besondere Turbinen angeordnet, welche aus Gründen der Raum- und Gewichtersparnis mit niedrigem Nutzeffekt für eine geringere Leistung (etwa 35 bis 45 %¹⁾ der Leistung bei Vorwärtsfahrt) gebaut und vielfach mit den Turbinen für Vorwärtsfahrt in einem Gehäuse vereinigt werden. Diese Rückwärtsturbinen sind nun stets das gefährlichste Glied der Maschinenanlage, denn bei erforderlicher Umsteuerung strömt der heiße Dampf auf die bisher leer und in kaltem Zustande mitgeschleppten Schaufeln der Rückwärtsturbine und verursacht bedeutende Wärmespannungen. Ganz besonders groß ist aber die Gefahr des Wasserschlages, den die anfangs an den Schaufeln kondensierenden Dampfmengen verursachen können, wenn dieses Wasser durch irgendwelche Zufälligkeiten am raschen Ablauf behindert ist. Durch den Umstand, daß die Turbinen sich einmal vorwärts und einmal rückwärts drehen müssen, mehrten sich die Deformationen durch Wärmespannungen oder Vibrationerscheinungen beim Auftreffen von Wassermassen und rufen gegebenenfalls jene schweren Beschädigungen hervor. Da die Wärmespannungen um so stärker fühlbar werden, je höher die Dampftemperatur ist, verzichtet man mit Recht völlig auf Anwendung überhitzten Dampfes, welcher im Landturbinenbau die Wirtschaftlichkeit der Anlagen so außerordentlich erhöht hat, was später noch näher erörtert werden

soll. Bedenkt man noch, daß im Schiffbau diese Ökonomie gleichbedeutend mit vergrößertem Aktionsradius¹⁾ oder vergrößertem Frachtraum ist, so wird man erkennen, welche wichtige Verbesserung die Rückwärtsturbine verhindert.

Klar war daher der Weg für die Bestrebungen der letzten Jahre vorgezeichnet: *Beseitigung der Rückwärtsturbine und Einschaltung eines Übersetzungsgetriebes* zwischen Turbine und Schiffschraube, welches die Drehzahl der Turbine wiederum zu erhöhen und diejenige des Propellers zu erniedrigen ermöglicht. Die damit verbundene *Verringerung des Raum- und Gewichtsbedarfs* der Maschinenanlagen hat auch die Schiffe kleinerer Geschwindigkeit dem Turbinenbau erschlossen.

Es war daher ein außerordentlicher Fortschritt, daß mit der Verwendung des im ersten Teil beschriebenen Transformators von *Föttinger* für die Kraftübertragung der Dampfturbinenleistung auf die Propellerwelle die Anlage besonderer Turbinen für Rückwärtsfahrt überflüssig wurde. Denn während bei direktem Antrieb, wie schon besprochen, eine Rückwärtsleistung von nur 35—45 % der Vorwärtsleistung erreicht werden kann, ist beim Transformator diese Rückwärtsleistung nicht mehr beschränkt. Man begnügt sich bisher mit 70—80 %. Die Manövrierfähigkeit der Turbinenschiffe wird dadurch auf eine ganz andere Basis gestellt, was sofort augenfällig wird, wenn man die Stoppzeit und den Stoppweg eines Schiffes unter den neuen Verhältnissen mit den früheren Werten vergleicht. Z. B. würde der Schnelldampfer „Imperator“ in einer um 24 % kürzeren Zeit zum Stehen kommen, und zwar nach Durchfahren eines um 23 % kleineren Weges. Für ein Linienschiff von 24 000 t sind die entsprechenden Werte 34 % bzw. 32 %; für einen Torpedojäger von 35 Sm/st Geschwindigkeit 35 %. Diese Zahlen ergeben sich rein rechnerisch auf Grund der erhöhten Rückwärtsleistung, sie verbessern sich aber noch dadurch, daß die Transformatoranlage rascher umgesteuert wird als eine solche mit direktem Antrieb oder mit Räderübersetzung. Denn durch Umlegen nur eines Umsteuerhebels ist in 3 bis 4 Sekunden der Rückwärtskreislauf in Tätigkeit, während bei den Anlagen mit direktem Turbinen- oder Zahnradantrieb eine Reihe von Ventilen geöffnet und geschlossen werden müssen. Außerdem sitzen auf der Propellerwelle rotierende Massen von kleinerem Schwungmoment (Propeller, Welle und Turbinenrad des Transformators), welche rascher zum Stillstand und zur Umkehr kommen als die größeren Schwungmassen der anderen Antriebsarten, bei welchen auch die schweren Dampfturbinen umgekehrt mitrotieren müssen. Daß die tatsächliche Verkürzung von Stoppweg und Stoppzeit dadurch noch günstiger wird, zeigt

¹⁾ Bei Kolbenmaschinen standen etwa 80 % der Vorwärtsleistung zur Verfügung.

¹⁾ Aktionsradius ist die Wegstrecke, welche ein Schiff mit einmaligem Verbrauch seines gesamten Kohlenvorrates zu durchfahren vermag.

ein Vergleich der gemessenen Werte bei den gleich großen Seebädderdampfern „Kaiser“ mit direktem Turbinenantrieb und „Königin Luise“⁴⁾ mit Transformatorantrieb. Der Stoppweg wurde von 550 m auf 220 m, also um 60 %, die Stoppzeit von 113 Sekunden auf 67 Sekunden, also um 41 % verkürzt.

Die einfache Art der Umsteuerung gibt auch die Möglichkeit, einen langgehegten Wunsch der Schifffahrt zu erfüllen, nämlich ohne Zuhilfenahme der Maschinentelegraphen und Maschinistenhandgriffe sofort von der Kommandobrücke aus mit einem Handgriff umzusteuern. Dadurch können bei Nebel oder unsichtigem Wetter plötzlich auftauchende Hindernisse in den meisten Fällen pariert werden.

Zu dem Vorteil erhöhter Manövrierfähigkeit kommt aber noch durch den Wegfall der Rückwärtsturbine die schon angedeutete Möglichkeit, überhitzten Dampf zur Anwendung zu bringen. Die Verbesserung durch Einführung hochgespannten Dampfes und einer in normalen Grenzen liegenden Überhitzung ist eine ganz außerordentliche, wie ein Beispiel zeigen möge. Die Maschinenanlage für ein Linienschiff mit 3 Wellen und 42 000 PS Gesamtleistung ergibt mit Transformatoren ausgerüstet bei 22 Sm/st einen um 20 % kleineren Kohlenverbrauch, wenn statt Satteldampf von 18 Atm (206 ° C) auf 325 ° überhitzter Dampf von gleichem Druck verwendet wird. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 12 Sm/st, der für weite Reisen normalen Geschwindigkeit, erhöht sich die Einsparung an Kohle sogar auf 30 %²⁾. Wird nun in beiden Fällen der gleiche Kohlenvorrat mitgenommen, so erhöht sich der Aktionsradius des Schiffes z. B. von 8500 Sm auf etwa 12 000 Sm.

Der Transformator bietet aber, wie wir gesehen haben, neben dem Vorteil der Umsteuerung der Propellerwelle auch den der *Drehzahlübersetzung*. Für diese letztere kommt, wie Seite 525 schon erwähnt, auch noch das Zahnrädergetriebe in Betracht. Da dieses eine Umsteuerbarkeit nicht besitzt, muß bei seiner Anwendung die Rückwärtsturbine beibehalten werden. Es konnte daher bei den bisherigen Betrachtungen vollkommen ausscheiden. Zur Tourenübersetzung hat es jedoch besonders in England größere Bedeutung

erlangt¹⁾ und soll deshalb bei den folgenden Überlegungen mit berücksichtigt werden.

Die wesentlichen Vorzüge dieses Getriebes beruhen auf dem hohen Wirkungsgrad von etwa 95 % gegen 91 % beim Transformator und der Möglichkeit, leichter große Übersetzungen auszuführen. Die bei günstigem Wirkungsgrad vorerst ausgeführte Übersetzung ergibt beim Transformator eine 5—6-fache Tourenerniedrigung der Propellerwelle gegenüber der Turbinendrehzahl. Sie kann bis auf eine 7-fache gesteigert werden. Die Leistung bleibt hierbei eine unbeschränkte. Bei Zahnrädern hat man bei kleineren Kräften eine 20-fache, bei größeren eine 10-fache erreichen können. Bis vor dem Kriege, seit welcher Zeit weitere Nachrichten nicht zu uns gelangt sind, war Betriebssicherheit bei einer Kraftübertragung von 3000 PS pro Ritzel erreicht, und man glaubte mit der Belastung bis 7000 PS heraufgehen zu dürfen. Betriebserfahrungen hierüber wären besonders deshalb von außerordentlicher Wichtigkeit, weil die Übertragung der Kraft bei den Zahnrädern durch unter Druck sich berührende Maschinenteile erfolgt und daraus eine nicht zu leugnende Empfindlichkeit für Abnutzung des Übertragungsmechanismus resultiert, über deren Größe nur eine längere Beobachtungszeit Aufschluß geben kann. Soll nun z. B. pro Welle eine Leistung von 14 000 PS übertragen werden, so erfolgt die Ausführung mit mindestens zwei Turbinen von je 7000 PS., welche mittels je eines Ritzel auf das gemeinsame, große Zahnrad arbeiten. Die Übersetzung dürfte dabei kaum über 1:6 gewählt werden können, da andernfalls das große Zahnrad unausführbare Abmessungen erhält.

Zusammenfassend darf man daher annehmen, daß wegen der höheren Übersetzung und des besseren Wirkungsgrades Zahnrädergetriebe dem Transformator dann überlegen sein werden, solange es sich nur um Leistungen bis etwa 6000 PS handelt. Unter diese Verhältnisse fallen die kleineren Frachtdampfer. Freilich bleiben auch hier die schwerwiegenden Nachteile der ungünstigeren Umsteuerung und Manövrierung mit eigenen Rückwärtsturbinen bestehen. Bei Zahnradanlagen höherer Leistung bedingt die oben geschilderte Leistungsunterteilung auf mehrere Ritzel eine große Zahl von Turbinen, so daß wegen der unvermeidlichen Überströmverluste des Dampfes von einer Maschine zur anderen die etwas größere Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Transformator aufgezehrt wird. Nicht unerwähnt darf schließlich das eigentümlich singende Geräusch der Räder bleiben, dessen dringende Beseitigung bei größeren Leistungen immer schwieriger wird und welches namentlich bei unsichtigem Wetter die Nebelsignale schwer hörbar macht.

¹⁾ Zur Einführung des Transformators auch in England wurde 1914 die British Föttinger Marine Transformers Co. Limited gegründet.

⁴⁾ Dieser Dampfer ging beim Minenlegen zu Kriegsbeginn August 1914 in der Themsemündung zugrunde. Die außerordentlich gute Manövrierfähigkeit war wohl ein Hauptgrund, weshalb das Schiff von der Marine übernommen und zu jenem Zwecke benutzt wurde.

²⁾ Diese um 10 % größere Einsparung hängt mit einer besonderen Eigenschaft raschlaufender Turbinen, wozu Transformatorturbinen ja gehören, zusammen. Zur Erzielung dieser kleineren Schiffsgeschwindigkeit ist nämlich etwa nur der sechste Teil der vollen Leistung erforderlich, wodurch der Turbinenwirkungsgrad ein schlechterer wird. Dieser sinkt aber bei der von vornherein rascher laufenden Transformatorturbine weniger stark als derjenige der direkt gekuppelten Turbine mit geringerer Drehzahl.

Es bleibt nur noch übrig die Frage des *Raumbedarfs* bei den verschiedenen Anlagensystemen näher zu betrachten, da diesem für die Beurteilung von Schiffsmaschinen neben der Manövrierfähigkeit eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt. Der Transformatorantrieb bedarf ebenso wie eine Anlage mit Zahnradgetrieben stets eines kleineren Maschinenraumes als der direkte Turbinenantrieb, weil in beiden Fällen

Verbesserung durch Einführung überhitzten Dampfes noch nicht eingerechnet ist. Eine wesentliche Bedeutung bezüglich der Betriebssicherheit kommt gemäß der früheren Erwägungen der Zahl der Schaufeln zu; dieselbe beträgt für die ganze Anlage etwa 1 500 000 gegen nur mehr 50 000 bis 100 000 bei der Transformatoranlage. Für kleinere Schiffe mit geringerer Maschinenkraft werden die Verbesserungen zwar kleiner, bleiben aber bestehen.

Der Raum- und Gewichtsbedarf bei Zahnradgetrieben ist nur bei kleinen Leistungen etwa ebenso niedrig wie bei einer Transformatoranlage, er wächst aber bei hohen Leistungen, wie sie im Schiffbau mehr und mehr üblich werden, bedeutend, so daß sogar die Ersparnisse gegenüber dem direkten Turbinenantrieb verschwinden. Auch die Schaufelzahl kann nicht in dem starken, oben angegebenen Maße herabgemindert werden. Zur deutlichen Kennzeichnung dieser Verhältnisse möge die Maschinenanlage eines Linienschiffes mit 60 000 PS in den zwei Ausführungsformen: mit Transformatorantrieb (Fig. 5) und mit Zahnradübersetzungen (Fig. 6) unter gleichzeitiger Besprechung der Manövrierverhältnisse näher betrachtet werden. In den beiden Figuren sind nur die Turbinen, Transformatoren und Zahnradgetriebe eingezeichnet; für die notwendigen, hier nicht weiter zu besprechenden Hilfsmaschinen ist der Platz ausgespart, so daß der Raumbedarf durch die Umgrenzungslinien richtig gekennzeichnet ist.

Die Anlage mit *Transformatoren* (Fig. 5) ist überaus einfach in 3 Wellen angeordnet zu je 20 000 PS Leistung. *T* sind die Turbinen, *Tr* die Transformatoren, wobei I den Kreislauf für Vorwärtsfahrt und II denjenigen für Rückwärtsfahrt bezeichnet. Der in den Kesseln erzeugte Dampf wird im Parallelstrom den 3 Turbinen gleichmäßig zugeführt¹⁾.

Die Anlage mit Zahnradgetrieben (Fig. 6), welche einem veröffentlichten Projekt entspricht, ist reichlich kompliziert durch die schon erwähnte Unterteilung der Turbinenleistung. Die Gesamtleistung von 60 000 PS muß auf 4 Wellen mit je 2 Ritzel verteilt werden, damit pro Ritzel nicht mehr als 7500 PS übertragen werden müssen. Sämtliche 4 Abteilungen arbeiten auch hier getrennt für sich. Dabei wird die Leistung in 4 Turbinen erzeugt, indem der Dampf bei der Vorwärtsfahrt von der Hochdruckturbinen (HVT) zur Mitteldruckturbinen (MVT) und dann in gleichen Teilen in die beiden Niederdruckturbinen (NVT) strömt. Je zwei Turbinen arbeiten auf ein gemeinsames Ritzel. Die Turbinen für Rückwärtsfahrt (RT) sind im Gehäuse der Niederdruckvorwärtsturbinen (NVT) untergebracht. Die Turbinen übertragen die Arbeit mittels der Ritzel in den Getriebekästen *Z* auf die Propellerwellen *W*.

¹⁾ Die Bedeutung der auf der Mittelwelle *W*₂ eingezeichneten Maschinen *MT* und *Z''* wird später besprochen.

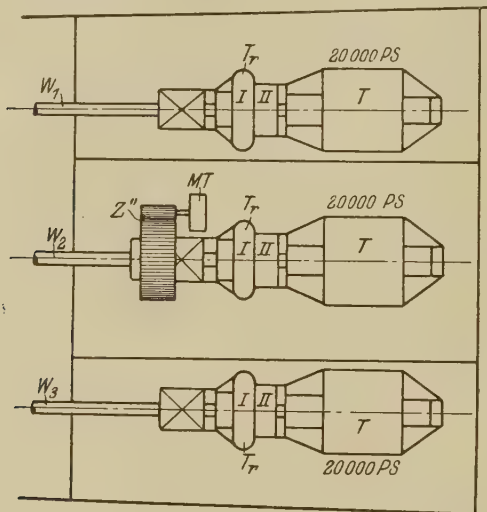


Fig. 5.

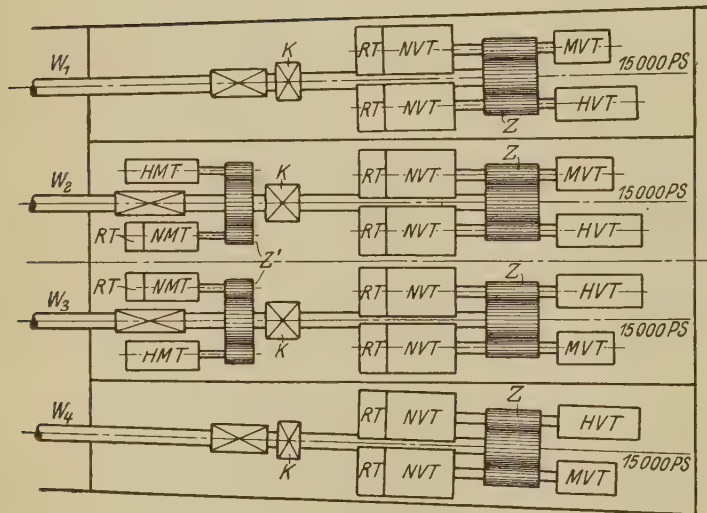


Fig. 6.

raschlaufende und deshalb kleinere Turbinen zur Anwendung kommen (siehe die Größenverhältnisse von Turbinen mit hoher und niedriger Drehzahl auf Seite 527). Für jene 15 000 PS-Schiffsturbinenanlage, die in einem Schnelldampfer zu 4 Wellen mit demnach insgesamt 60 000 PS eingebaut ist, ist das Gewicht um 35 %, der Raumbedarf um 30 % größer als bei einer Transformatoranlage gleicher Leistung und gleicher Ökonomie, wobei für diese letztere die

Die Anlagen sind aber noch durch eine ganz besondere Einrichtung ausgezeichnet, zu deren Verständnis einiges über die Fahrtechnik eines Kriegsschiffes vorausgeschickt sei. Würde dieses stets mit seiner Höchstgeschwindigkeit fahren, so käme es zwar rasch an seinem Bestimmungsort an, wobei der Kohlenvorrat nach Durchfahren des Aktionsradius aufgebraucht ist; das Schiff wird aber nur in dringenden Fällen, etwa während der Gefechtstätigkeit, diese hohe Fahrgeschwindigkeit anwenden. Da nämlich mit Verminderung der Geschwindigkeit die hierfür notwendige Leistung etwa in der dritten Potenz sinkt, so reicht derselbe Kohlenvorrat bei Einhaltung einer kleineren Geschwindigkeit bedeutend länger. Z. B. könnte das Linienschiff mit 60 000 PS und 6000 t Kohlen bei 22 Sm/st im ganzen etwa 2820 Sm durchfahren. Bei der kleineren sogenannten „Marschgeschwindigkeit“ von 12 Sm/st ist eine Leistung von nur 10 000 PS erforderlich, und es vergrößert sich der Aktionsradius auf etwa 6200 Sm. Wegen dieser Vergrößerung des Aktionsradius legen Kriegsschiffe große Reisen stets mit „Marschgeschwindigkeit“ zurück. Weil nun die Turbinen wegen der notwendigen größeren Geschwindigkeit für die Leistung von 60 000 PS dimensioniert werden mußten, ist der Turbinenwirkungsgrad gemäß einem allgemeinen Gesetze bei diesem sechsten Teil der Normalleistung bedeutend schlechter. Es ist aber leicht zu erkennen, daß eine Verbesserung des Wirkungsgrades für solche Marschleistung den Aktionsradius noch weiter erhöhen muß. Deshalb ging man dazu über, für diese Marschgeschwindigkeit besondere Turbinen aufzustellen, welche von vornherein für die kleine Leistung konstruiert sind und daher einen höheren Wirkungsgrad ergeben. In Fig. 6 findet man deshalb auf den beiden Mittelwellen W_2 und W_3 eine kleine Marschturbinenanlage, indem je eine Hoch- und Niederdruckmarschturbine (HMT und NMT) mittels eines Rädergetriebes Z' die Wellen antreibt. Die beiden Außenwellen W_1 und W_4 werden leer mitgeschleppt, was allerdings den Schiffswiderstand wesentlich erhöht. Ferner muß die ganze Hauptturbinenanlage mittels der Kupplungen K abgetrennt werden, andernfalls wäre die Ökonomie wegen der Leerlaufarbeit der vielen Maschinen eine sehr schlechte und die Anlage nicht lebensfähig. Die Konstruktion dieser mechanischen Kupplungen ist eine überaus schwierige und erhöht keineswegs die Betriebssicherheit. Praktische Versuche sind noch nicht bekannt geworden. Soll während der Marschfahrt umgesteuert werden, so ist ein Einrücken der Kupplungen und Ingangsetzen der Hauptrückwärtsturbinen als zu zeitraubend ausgeschlossen, weshalb besondere Marschrückwärtsturbinen (RT) im Gehäuse der Niederdruckmarschturbinen (NMT) untergebracht werden müssen. Die gute Ökonomie bei der Marschfahrt ist demnach durch im System begründete Komplikationen sehr teuer erkauft. Die Turbinen-

anlage enthält also insgesamt nicht weniger als 20 Turbinen für Vorwärts- und 10 für Rückwärtsfahrt, hat also an Einfachheit gegenüber direktem Antrieb sicherlich nicht gewonnen, die Manövrierfähigkeit hat entschieden gelitten.

Eine gleiche Einrichtung zur Hebung der Wirtschaftlichkeit bei Marschfahrt ist auch bei der Transformatoranlage vorgesehen worden, wozu die Kombination mit einem Zahnrad gewählt wurde. Wie Fig. 5 zeigt, ist auf die mittlere Propellerwelle W_2 ein Zahnrad Z'' aufgesetzt, welches durch eine seitlich sitzende kleine Marschturbine (MT) angetrieben wird. Der Dampf strömt dabei zuerst in diese Marschturbine und dann zu gleichen Teilen in die Turbinen der beiden Außenwellen, der Transformator der Mittelwelle bleibt ohne Wasserfüllung, so daß diese Turbine stillsteht. Durch einen im Ritzel eingebauten kleinen Transformator mit Übersetzung 1:1 ist die Marschturbine leicht abschaltbar, so daß das Zahnradgetriebe die Manövrierfähigkeit nicht beeinträchtigen kann. Außerdem braucht die Marschturbine nur eine so kleine Leistung abzugeben, daß dieser Zahnradbetrieb nicht mit den Nachteilen der stark belasteten Räder behaftet ist. Dieses System erzielt mindestens gleiche Wirtschaftlichkeit bei größter Einfachheit: es wird keine Welle leer mitgeschleppt, die Lösung einer mechanischen Kupplung ist nicht nötig, auch bei Marschfahrt kann leicht mit den Transformatoren umgesteuert werden.

Diese Transformatoranlage mit Marschturbine erhöht die Wirtschaftlichkeit bei kleiner Fahrt um etwa 25 % gegenüber dem bisherigen direkten Turbinenantrieb. Praktisch wird dies wieder in der Vergrößerung des Aktionsradius um gleichfalls 25 % zur Geltung kommen. Bei Frachtdampfern, für welche die Fahrstrecke meist von vornherein festgesetzt ist, gibt die Kohlenersparnis die Möglichkeit zur Vergrößerung des Laderaumes.

Aus den geschilderten Verhältnissen geht hervor, daß die mit der Einführung des Transformators verbundenen Fortschritte im Schiffsmaschinenbau, die Erhöhung der Manövrierfähigkeit und Betriebssicherheit durch den Wegfall der Rückwärtsturbine, die Steigerung der Wirtschaftlichkeit und die Vergrößerung des Aktionsradius so hervorragende sind, daß man darin mit vollem Recht den Beginn einer neuen Entwicklungsstufe im Schiffbau erblicken darf. Die Zahnradgetriebe vermögen hierzu nur einen bescheidenen Teil beizutragen, da deren Vorzüge etwas höherer Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Transformator nach dem heute vorliegenden Versuchsmaterial auf das Gebiet kleiner Leistungen beschränkt bleiben. Die Übertragung höherer Leistungen stoßen auf außergewöhnliche Schwierigkeiten, da die hierzu erforderliche große Anzahl von Turbinen die Manövrierfähigkeit und Betriebssicherheit in hohem Maße beeinträchtigen. Außerdem muß die Umsteuerung im alten Sinne mit ihren Nachteilen beibehalten werden. Dem-

gegenüber darf der Transformator von *Föttinger* auf Grund seiner Eigenschaften und seiner in großem Maße schon erfolgten Erprobung als vollkommene technische Lösung gelten. Wer je Gelegenheit gehabt hat, auf Probefahrten alle Betriebsverhältnisse bei den verschiedenen Schiffsantrieben zu studieren, kann nicht umhin, seiner Bewunderung dahin Ausdruck zu geben, wie einfach sich die Raumverhältnisse beim Transformator gestaltet haben. Stets waren sich die Marinesachverständigen darüber einig, daß die Manövrierfähigkeit, mit den denkbar einfachsten Mitteln betätigt, eine erstaunlich sichere und schnelle war.

Ein neues Lehrbuch der Morphologie¹⁾.

Von Dr. F. Nußbaum, Münchenbuchsee bei Bern.

Die Morphologie der Erdoberfläche bildet eines der wichtigsten Kapitel der physischen Geographie. Sie stützt sich auf ein außerordentlich umfangreiches Tatsachenmaterial, auf Beobachtungen über die äußeren Formen der Oberflächengestaltung, auf genaue kartographische Aufnahmen und auf eingehende geologische Untersuchungen. Angesichts des Umstandes, daß selbst in hochentwickelten Kulturstaaten einheitliche, auf genauen Vermessungen beruhende Landkarten in großem Maßstab erst vor kaum mehr als fünfzig Jahren erschienen sind²⁾, und daß sie in der Regel den geologischen Landesaufnahmen zugrunde liegen, erscheint es klar, daß die Morphologie, die die Ergebnisse all dieser Arbeiten verwendet, eine sehr junge Wissenschaft ist, zu deren vollständigem Ausbau noch sehr viele Bausteine notwendig sind. Es ist unter diesen Umständen bemerkenswert, daß in Deutschland schon vor zwanzig und mehr Jahren eine ganze Reihe ausgezeichnete *Lehrbücher der physischen Geographie* erschien, die mehr oder weniger ausführliche Darstellungen der Morphologie des Landes enthalten und die hervorragende Gelehrte zu Verfassern haben; unter diesen sind in erster Linie zu nennen: *Ferd. v. Richthofen*, *O. Peschel*, *H. Wagner*, *S. Günther*, *A. Supan*, *M. Neumayr*, *W. Ule*, *A. Penck* und *Ed. Brückner*³⁾. Die meisten dieser Verfasser betonen zunächst die außerordentlich große Mannigfaltigkeit der Landformen, die nach orographischen Gesichtspunkten in verschiedene Gruppen geordnet werden, und besprechen hierauf die Wirkungen der Kräfte, die bestimmte Formen der Erdoberfläche erzeugen (Dynamik des Landes); ferner wird das Material beschrieben, aus dem die Erdrinde besteht (Erdgeschichte). Die Formen des Landes werden nicht nur nach ihrer äußeren Erscheinung, sondern auch nach ihrer Entstehung geschildert.

¹⁾ W. M. Davis und G. Braun, *Grundzüge der Physiogeographie. II. Morphologie*. Zum Gebrauch beim Studium und auf Exkursionen. 2. Aufl. IX, 226 S., 94 Abbild. im Text und 1 Taf. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. Preis geb. M. 5,—.

²⁾ Es mag daran erinnert werden, daß gegenwärtig noch nicht alle europäischen Staaten vollständige, in größerem Maßstab (z. B. 1:100 000) durchgeführte topographische Aufnahmen besitzen.

³⁾ Unter den verschiedenen Werken verdient wohl *Ferd. v. Richthofens* Führer für Forschungsreisende (Berlin, 1886) wegen seiner bahnbrechenden Auffassung und Darstellung morphologischer Probleme an erster Stelle genannt zu werden.

Wie aus den folgenden allgemeinen Erörterungen hervorgeht, wird der enge Zusammenhang der äußeren Formen mit dem geologischen Aufbau betont: Die feste Erdrinde wird durch die „endogenen“ (d. h. von innen kommenden) Kräfte gehoben, gefaltet oder von Eruptivmassen durchbrochen und überdeckt; alle beträchtlich über den Meeresspiegel aufragenden Landmassen werden jedoch unablässig von den „exogenen“ (d. h. von außen wirkenden) Kräften, wie Verwitterung, fließendes Wasser, Gletscher, Wind und Meeresbrandung, bearbeitet und im Laufe langer Zeiträume abgetragen. Ausgedehnte Tafelländer sind durch Hebung des ehemaligen Meeresbodens entstanden; sie werden von tief eingeschnittenen Flußtälern durchzogen. Die Kettengebirge verdanken ihre Entstehung in erster Linie der mehr oder weniger starken Faltung der Erdrinde; viele Gebirgsmassive sind auf beträchtliche Hebungen einzelner Schollen der zerbrochenen Erdkruste zurückzuführen, andere auf die Tätigkeit vulkanischer Kräfte. Je höher die Gebirge emporragen, desto stärker und rascher wirkt die Abtragung. Wo sich heute wellige Ebenen ausdehnen, die aus festen Gesteinsschichten bestehen, müssen ehemals mehrere tausend Meter hohe Gebirge gestanden haben; diese sind einer sehr lang andauernden Abtragung zum Opfer gefallen. Der aus den Gebirgen herausgeführte Schutt ist von den Flüssen und Strömen an den Meeresküsten abgelagert worden, und hier haben sich ausgedehnte Anschwemmungsebenen gebildet. So ist die Erdoberfläche in einer beständigen Umwandlung begriffen, und die gegenwärtigen Landformen stellen nur das augenblickliche Ergebnis verschiedenartig wirkender Kräfte dar.

Dies der allgemeine Gedankengang, der den Werken der genannten Verfasser zugrunde liegt⁴⁾ und der durch zahlreiche Beispiele und Abbildungen erläutert wird. Durch reiches Bildermaterial und anschauliche Darstellung zeichnet sich *M. Neumayrs* „Erdgeschichte“ (2 Bände, Leipzig 1886) aus; es enthält neben Kärtchen, geologischen Profilen und Diagrammen zahlreiche gute, teils in Holz geschnittene, teils farbige Landschaftsbilder. Auch die Werke von *A. Supan*²⁾ und *Ed. Brückner*³⁾ bieten sehr viel Anschauungsmaterial. Dadurch ist die Brauchbarkeit dieser Bücher außerordentlich erhöht worden. Es ist demnach leicht verständlich, daß mehrere Werke der genannten Gelehrten binnen wenigen Jahrzehnten eine größere Zahl von Auflagen erlebt haben. Die Verfasser haben sich bemüht, bei jeder neuen Auflage die Ergebnisse der neuesten Forschungen gewissenhaft zu berücksichtigen. Dadurch sind Inhalt und Umfang der Werke allmählich größer geworden, ein Umstand, der allerdings ihre Benutzung für Anfänger erschwert.

Nun ist vor fünf Jahren ein neues kleines Lehrbuch der physischen Geographie erschienen, das sich bald einer starken Nachfrage erfreute, betitelt: *Grundzüge der Physiogeographie*; es ist aus dem elementar gehaltenen Buch *Physical Geography* des amerikanischen Geographen *W. M. Davis* herausgewachsen, das 1898 in Boston erschienen war; es wurde von Prof. *G. Braun* (Basel) für deutsche Verhältnisse umgearbeitet und von Teubner (Leipzig) verlegt. Auf 320 Seiten ent-

⁴⁾ Die europäischen Geographen sind in ihren Deduktionen in hohem Grade durch die Darstellungen amerikanischer Geologen wie *G. K. Gilbert*, *Powell*, *Hayden*, *C. E. Dutton* angeregt worden.

²⁾ *Grundzüge der Physischen Erdkunde*, 6. Aufl., 982 S. Leipzig 1916.

³⁾ *Die feste Erdrinde*. Aus: *Hann-Brückner-Kirchhoff*, *Allgemeine Erdkunde*, 5. Aufl., 3 T. Prag 1897.

hält das Buch Darstellungen über die Erde als Weltkörper, ihre Lufthülle, das Meer, das Land und dessen Formen. Schon zwei Jahre nach seinem Erscheinen wurde eine zweite Auflage notwendig. Da entschlossen sich Verfasser und Verleger zu einer Zweiteilung: der erste Teil soll die Grundlagen der Morphologie, Klimatologie, Ozeanographie und Dynamik des Landes enthalten — er befindet sich im Druck —, während im zweiten die Morphologie selbst behandelt wird. Durch diese Neugestaltung ist bei geringerem Umfang (220 Seiten) und entsprechendem Format auch die Verwendbarkeit des zweiten Teils auf Exkursionen geschaffen worden.

Von diesem Teil soll in den folgenden Zeilen die Rede sein. Dem Werke liegt der von W. M. Davis früher ausgesprochene und neuerdings¹⁾ ausführlich dargelegte Gedankengang zugrunde, der in der Einleitung des neuen Buches voransteht. Wie wir sehen werden, weicht Davis grundsätzlich nicht wesentlich von der Auffassung seiner europäischen Kollegen ab; dagegen geht er in seinen Darlegungen über die Entstehung der Landformen systematischer vor, als es vielleicht bis jetzt geschehen ist; dabei führt er in seiner Betrachtung über die Abtragungsvorgänge einen neuen Begriff, den geographischen Zyklus, ein. Davis geht von den folgenden Überlegungen aus:

Die Formen der Landmassen und ihre Umrisse scheinen für den ersten Augenblick unveränderlich zu sein. Aber je mehr man die Erde kennen lernte, um so mehr befestigte sich die Gewißheit, daß zwischen Land und Meer langsame Umsetzungen stattfinden, daß die Umrisse der Kontinente sich ändern, die Landmassen sich langsam heben und senken. In größeren Flächen der Erde finden wir Schichten mit versteinigerten Resten von Meerestieren; selbst in den mehrere tausend Meter aufragenden Gebirgen verraten solche Schichten die frühere Ausdehnung des Meeres.

Wir stellen uns nun vor, daß Meeresgrund rasch, aber ungleichmäßig gehoben wird, so daß aus ihm eine in großen Zügen unebene Landoberfläche entsteht. Wir nennen dann diese Fläche eine *Urlandoberfläche*. Diese wird von der Verwitterung angegriffen: es bildet sich loser Boden. Der Regen spült lose Teilchen die Böschungen hinab zu den Senken und Wannen hin. Die Flüsse führen das Material, das in sie gelangt, mit sich fort und scheuern und vertiefen damit ihre Betten. So beginnt die Erosion von Tälern an den Urabdachungen. Die Wellen und Strömungen des Meeres greifen die Urküsten an und spülen den erzeugten Schutt in tieferes Wasser. Ganze Systeme von Vorgängen beginnen zu wirken, und ganze Reihen von Veränderungen, konsequent zu den Urformen, treten ein. Aus den Urformen gehen allmählich die „konsequenten“ oder „*Folgeformen*“ hervor. Wenn die zerstörenden Vorgänge unendlich lange auf die stillstehenden Landmassen einwirken, werden sie deren Oberfläche immer niedriger legen. Die Folgeflüsse vertiefen ihre Täler zuerst schnell, dann, da das Gefälle abnimmt, immer langsamer. Die Neigung des Bettes der Stammflüsse wird daher ständig geringer. Augenscheinlich können die Flüsse ihre Täler nicht unter den Meeresspiegel einschneiden; derselbe

muß daher als die Basis der Erosion, die Erosionsbasis, betrachtet werden.

Da die verschiedenen abtragenden Vorgänge, wie Verwitterung, Abspülung und Gekrieche, unter der Herrschaft eines Klimas, wie es auf dem größten Teile der Erde zu finden ist, den Leitlinien der Erosion des fließenden Wassers folgen, kann man diese ganze Gruppe von Erscheinungen als die gewöhnlichen oder *normalen Abtragungsvorgänge* bezeichnen. Die kleineren Zuflüsse und das Gekrieche streben alle danach, die Erhebungen bis zur Höhenlage der größeren konsequenten Täler, deren Gebiet sie angehören, abzutragen. Gewiß sind diese Vorgänge sehr langsam; aber im Laufe der Zeit erniedrigen sie doch die Landoberfläche mehr und mehr. Welches auch immer die Höhe der Urlandoberfläche war, wie widerständig ihr Aufbau, die Endform, auf die sie durch die *normalen* zerstörenden Vorgänge mit der Zeit hingeführt wird, ist eine beinahe formlose Ebene, die in um so geringerer Höhe über dem Meeresspiegel liegt, je länger die Abtragung ungestört gewirkt hat.

Die ganze Zeit, die erforderlich ist, um eine gehobene Landmasse bis zu einer nahezu formlosen Ebene in geringer Höhe über dem Meeresspiegel abzutragen, wird von Davis als *Zyklus normaler Erosion* bezeichnet. Ein Erosionszyklus ist aber kein fest umrissener Zeitabschnitt. Er ist um so länger, je widerstandsfähiger das Material ist, aus dem die aufragende Landmasse besteht; kurz ist er bei weichen Schichten und stark wirkenden zerstörenden Kräften.

Die Wirkung der Erosionsvorgänge während eines Zyklus ruft eine systematische Reihe von Veränderungen hervor, die von den Urformen durch die umfangreiche Gruppe der konsequenten und anderer Gebilde hindurch zur Endform führt. Wenn erst ein geringer Betrag von Veränderungen eingetreten ist, so nennt man das erreichte Stadium „*jung*“ oder jugendlich. Wenn die Veränderungen gut vorge-schritten sind, so sind die Formen „*reif*“; wenn schließlich die Reihe der Veränderungen nahezu abgelaufen ist, wird das Stadium als „*alt*“ bezeichnet. Es ist wichtig, zu beachten, daß diese Ausdrücke nichts mit absolutem Zeitmaße zu tun haben. Die langsam wechselnden Landformen, die sich während der aufeinander folgenden Stadien der Jugend, der Reife und des Alters eines Erosionszyklus bilden, sind in ihrer Gestalt abhängig 1. von der *Struktur* der gehobenen Landmasse, 2. von der Art der abtragenden *Vorgänge* und 3. vom *Stadium*, bis zu dem diese fortgeschritten sind. Demnach läßt sich jede Landform als bestimmt durch Struktur, Vorgang und Stadium beschreiben.

Die bezeichnenden Merkmale junger Landformen sind: das Vorhandensein beträchtlicher Hochlandstücke, die erst wenig Veränderungen gegenüber den Urformen aufweisen; das Auftreten rasch fließender, konsequenter Flüsse, die reichlich groben Schutt durch enge, steilwandige, felsige Täler herabführen; die Haupttäler sind erst wenig verzweigt.

Mit der Zeit erodieren die Flüsse ein ausgearbeitetes System von sich verzweigenden Tälern. Wenn diese sich so durchgängig entwickelt haben, daß wenig oder gar nichts mehr von der ursprünglichen Oberfläche erkannt werden kann, so ist das Stadium der Reife erreicht. Die Talsohlen der Stammflüsse sind breiter und die Talabhänge durch Verwitterung und Abspülung abgebocht worden. Die höchsten Teile der Landschaft werden jetzt nicht notwendig von denen gebildet, die am meisten gehoben wurden, sondern von denjenigen Stellen, die widerstandsfähig sind, sich auch lange

¹⁾ Die erklärende Beschreibung der Landformen, 562 S. mit 212 Abb. u. 13 Taf. Deutsch bearbeitet von A. Rühl. Leipzig und Berlin, Teubner, 1912. In diesem Werke ist eine Reihe von Vorlesungen vereinigt, die W. M. Davis als Austauschprofessor an der Universität Berlin im Winter 1908/09 gehalten hat.

andauernder Verwitterung gegenüber zu erhalten. Außer den konsequenten Tälern gibt es viele Furchen, die allmählich durch Erosion da entstanden sind, wo Streifen weicher Schichten aufgedeckt wurden (subsequente Täler).

Die verschiedenen Formen der Reife vergehen allmählich; das Relief der Berge wird allmählich schwächer; die Flüsse, die Schutt in geringer Menge und von feinerem Korn als zuvor erhalten, vertiefen ihre Betten nur so weit, daß sie noch mit unmerklicher Strömung das Meer erreichen. Die Gebiete weicher Gesteine werden zu ebenen Tiefländern abgetragen, und die harter erscheinen als flache Schwellen der Oberfläche. So verliert sich der Zusammenhang hoher Formen mit widerstandsfähigen und niedriger Formen mit weichen Gesteinsschichten, und es entsteht eine fast formlose Ebene, in der die verschiedenen Strukturteile gleichmäßig verschwinden¹⁾.

¹⁾ Die von *Davis* vertretene Auffassung vom geographischen Zyklus ist von verschiedenen Fachgenossen vielfach kritisiert und ablehnend beurteilt worden. Ich glaube mit Unrecht; denn, wie oben angedeutet, begegnen wir ähnlichen Gedankengängen auch bei anderen Geographen. So sagt *M. Neumayr* (Erdgeschichte I, S. 336): „Es erklärt sich nun ganz von selbst, warum hohe Gebirge aus alter Zeit nicht existieren. Sobald in einer Kette keine Aufrichtung mehr statthab, sind die abtragenden Kräfte allein tätig, und im Laufe langer Zeiträume wird dieselbe, so gewaltig sie auch ursprünglich emporgeragt haben mag, zu einem welligen Hügellande abgetragen und endlich ganz eingeebnet.“ — Noch anschaulicher äußerte sich 1897 *Ed. Brückner* (Die feste Erdrinde) über die Umwandlungsformen der Gebirgslandschaft: „Die Hochgebirgslandschaft stellt das höchste Maß der Unebenheit dar, das überhaupt möglich ist; sie ist als solche nicht von langer Lebensdauer. Das Schicksal eines jeden Hochgebirges ist, abgetragen zu werden. Die die Täler scheidenden Kämme werden durch Verwitterung, Absturz und Abspülung erniedrigt und abgestutzt und die Hänge mehr und mehr abgebocht. So wird die Hochgebirgslandschaft im Laufe von sehr langen Zeiträumen in eine Mittelgebirgslandschaft verwandelt. Mit der Umformung der Kämme geht häufig eine Öffnung der Täler gegeneinander Hand in Hand. Kammwasserscheiden werden zu Talwasserscheiden erniedrigt. Geht die Öffnung weiter und betrifft sie die Mehrzahl der Täler, so wird das Gebirgsland in eine Berggruppe aufgelöst, die durch fernere Abtragung in eine Hügelgruppe verwandelt werden kann. Erliegt auch diese der Abtragung bis nahe zum Meeresniveau, so ist eine Rumpflandschaft das Endresultat des ganzen Denudationsprozesses, eine wellige Ebene. So stellen uns eine Hochgebirgslandschaft, Mittelgebirgslandschaft, ausgearbeitete Berggruppe, Hügelgruppe und endlich Rumpflandschaft die Glieder einer stetigen Entwicklungsreihe dar.“ — In ähnlicher Weise schilderte *Ed. Brückner* die Umwandlungsformen der Tafelländer, der Landstufen, der Vulkangebirge u. a. Eine solche Entwicklungsreihe hat *Gilbert* von Lakolithbergen aufgestellt. — Vergleiche auch *A. Supan* (Grdzg. d. phys. Erdkde. S. 656) über die Umformung des Tafellandes.

Man hat Anstoß an dem Ausdruck „Zyklus“ und an den Bezeichnungen „jung“ und „alt“ genommen. *Davis* selber bemerkt, daß es von untergeordneter Bedeutung sei, wie man die Dinge nennt; die Hauptsache sei das Verständnis für den Inhalt des Ausdruckes. Faßt man „Zyklus“ nicht im buchstäblichen Sinne von Kreislauf, sondern etwa als Aufeinanderfolge von bestimmten Vorgängen auf, so kann man gegen die Anwendung dieser kurzen Bezeichnung nichts einwenden, es sei denn, daß man sie durch eine treffendere ersetze. Die Ausdrücke „jung“ und „alt“ sind in der

Noch zwei Erscheinungen müssen bei der systematischen Beschreibung einer Landschaft beachtet werden, nämlich das *Relief* oder die örtlichen Höhenunterschiede ihrer einzelnen Gegenden und die *Textur* oder Taldichte.

Wie bereits erwähnt, nennt *Davis* diejenigen abtragenden Vorgänge, in deren Gruppe die Flußerosion die wirksamste ist, die *normalen* und ihren Zyklus den *Zyklus normaler Erosion*. In ähnlicher Weise macht sich die Einwirkung mariner Kräfte am Rande des Landes im Verein mit Verwitterung und Gekrieche an den vom Meere eingeschnittenen Kliffen geltend; die dadurch bewirkten Veränderungen sind Erscheinungsformen des *Zyklus der marinen Erosion*¹⁾. Andere Abtragungsvorgänge sind die durch Gletscher in schneereichem Klima, von Wind im Trockenklima oder die durch Lösungstätigkeit des Wassers in Gebieten löslicher Gesteine²⁾. So gibt es neben dem normalen und marinen Erosionszyklus solche glazialer, äolischer und lösender Erosion.

Der normale Ablauf eines Zyklus kann durch verschiedene Ursachen gestört werden, durch Hebungen oder Senkungen des Landes oder durch vulkanische Ausbrüche oder endlich durch Klimaänderungen. Wird die Erosionsbasis verschoben, so findet eine Unterbrechung des ersten Zyklus statt, und ein zweiter wird eingeleitet. Es ist klar, daß, wenn der erste Zyklus im Reifestadium unterbrochen wird, seine Formen als Urformen des nächsten eine weit größere Mannigfaltigkeit besitzen, als wenn ein ebener Meeresboden oder eine alte Abtragungsebene um den gleichen Betrag sich verschoben hätte.

Es kann eine Klimaänderung, deren Ursache wir noch wenig kennen, eintreten. Eine Landschaft im Trockenklima kann dadurch stärkere Niederschläge erhalten, oder eine andere, in der die normalen herrschen, kann mit Schnee und Eis überzogen und dadurch glazialer Erosion unterworfen werden.

Es geht aus alledem hervor, daß das Schema des Zyklus eine außerordentlich große Mannigfaltigkeit natürlicher Landschaften umfaßt, von denen jede dadurch beschrieben wird, daß man jedem der Faktoren die entsprechende Stelle anweist, sei es die Struktur, seien es die verschiedenen Lagen, zu denen die betreffende Landmasse gehoben wurde, oder die verschiedenen Arten abtragender Vorgänge, wie Wetter und Wasser, Wasser und Gletscher, Wetter und Wellen, oder endlich verschiedene Unterbrechungen und Störungen. Beispiele dieser Behandlungsart werden in dem fast 200 Seiten haltenden Hauptteil des Buches gegeben.

Im Anschluß an die allgemeinen Erörterungen über den geographischen Zyklus folgen noch einige Grundsätze der Beschreibung und Nomenklatur sowie Mitteilungen über die bildliche Darstellung: Karten, Profile und Diagramme. Es wird zwischen topographischen

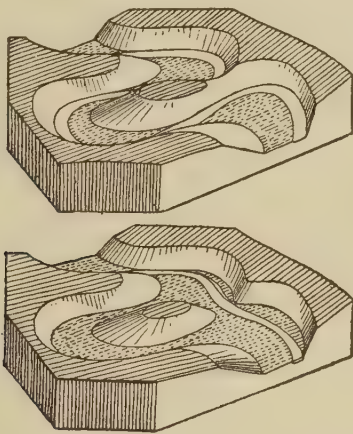
Morphologie in ähnlichem Sinne schon vor *Davis* gebraucht worden (vgl. *Ed. Brückner*, Die feste Erdrinde, im Abschnitt Täler, Talstufen u. a.).

¹⁾ Auf die große Bedeutung der Meeresbrandung bei der Gestaltung des Landes hat insbesondere *F. v. Richthofen* hingewiesen (Führer f. Forscherde. S. 292—364).

²⁾ *J. Walther* spricht dem Wind die Fähigkeit zu, in Trockengebieten größere Landmassen abzutragen. (Das Gesetz der Wüstenbildung. Leipzig 1912.) Daß die Herstellung einer Destruktionsfläche das Ziel der Winderosion sei, wird auch von *A. Supan* angenommen (Grdz. der phys. Erdkde. S. 590).

und morphologischen Karten unterschieden und das Gesagte an typischen Ausschnitten erläutert. Als äußerst vorteilhaft zur Darstellung von Landformen erweisen sich die Diagramme; diese zeigen die Formen der Oberfläche in unmittelbarer Verbindung mit der Struktur des Untergrundes, die in den Querschnitten an den Seiten der aus der Erdrinde herausgeschnittenen Blöcke gezeichnet wird¹⁾. Aus der ganzen Darstellung geht sehr klar hervor, daß die Struktur des Untergrundes von allergrößtem Einfluß auf die Formen der Oberfläche ist, die durch die verschiedenen zerstörenden Vorgänge ausgestaltet werden.

Im Hauptteil des Buches werden in acht Kapiteln die folgenden Erscheinungen behandelt: Ebenen und Plateaus, Berge und Gebirge, die Vulkane, die Täler, die Landformen im Bereich ariden Klimas, die Landformen nivalen Klimas, die Landformen feuchtheißen Klimas und endlich die Küstenformen. Die Darstellung ist äußerst klar, übersichtlich und verständlich und durch Diagramme, Kärtchen und Photogra-



Blockdiagramme von Talformen²⁾. (Von W. M. Davis.)

phien aufs beste veranschaulicht. Die Verfasser gehen in den meisten Fällen von gut ausgewählten Beispielen bestimmter Formen der Erdoberfläche aus oder erhärten an solchen allgemeinere Darlegungen. Es wird

¹⁾ Solche Diagramme sind schon von Gilbert, Powell, Hayden und anderen amerikanischen Geologen, die in den nackten Steppen- und Wüstenländern des wilden Westens Untersuchungen anstellten, entworfen und veröffentlicht worden. In M. Neumayrs Erdgeschichte I und in Ed. Brückners Buch „Die feste Erdrinde“ ist beispielsweise Powells lehrreiches Diagramm vom Colorado-plateau abgedruckt. Außerdem finden wir bei Neumayr neben ähnlichen Landschaftsbildern von Holmes und St. Johns noch ein kleines Diagramm des Faltenjuras.

Professor Davis hat das Verdienst, Blockdiagramme für alle möglichen, der Natur abgelauchten Fälle entworfen und mit künstlerischer Hand gezeichnet zu haben. Unter den gegenwärtigen Methodikern des geographischen Unterrichts steht er in dieser Hinsicht unerreicht da.

²⁾ Auf den obenstehenden Figuren ist die Entstehung eines Umlaufberges veranschaulicht: Ein mäandrierender Fluß hat in eine gehobene Ebene ein ausgereiftes Tal eingeschnitten, wobei durch seitliche Erosion ein halbinselartig vorspringender Sporn allmählich verschmälert und endlich beim Hals durchbrochen wurde; dadurch ist ein Umlaufberg entstanden, den die gewundene verlassene Laufstrecke umgibt. (Beispiele: Neckar bei Lauffen, Mosel bei Mülheim u. a.)

gezeigt, wie Ebenen, Berge, Täler und andere Gebilde entstehen, wie sie hierauf unter der Wirkung der abtragenden Kräfte nur wenig verändert werden, dann aber allmählich reife und endlich senile Formen annehmen. Die von Davis meisterhaft gezeichneten Blockdiagramme geben dem Leser außerordentlich klare Vorstellungen von all den besprochenen Landformen. — Referent muß persönlich gestehen, daß ihm erst bei der Betrachtung des Diagramms vom Faltenjura in Davis' Physical Geography das volle Verständnis für den Berner Jura aufgegangen ist; ähnlich erging es ihm auch mit anderen größeren Landschaften.

Am Schlusse jedes Kapitels findet sich ein umfangreiches Verzeichnis der neueren Literatur und einschlägiger Kartenwerke.

Alles in allem halten wir dafür, daß sich das besprochene Buch von W. M. Davis und G. Braun zufolge seines Umfangs und seiner übersichtlichen und äußerst anschaulichen Darstellung wie kaum ein anderes Werk zur Einführung in die Morphologie des Landes eignen dürfte, namentlich wenn der Student auch den I. Teil benützt, der die Grundlagen dazu, die Dynamik des Landes, in entsprechender guter Darstellung enthält. Den vorgerückten Studierenden der Geographie möchten wir aber auch die eingangs erwähnten deutschen Autoren angelegentlichst empfehlen.

Mitteilungen aus der Röntgentechnik.

Röntgenstrahlenmeßeinrichtungen und deren Vergleich. Die große Mannigfaltigkeit in den Meßmethoden, die zur Bestimmung der Qualität und Quantität der Röntgenstrahlen dienen, und das damit verbundene Durcheinander einer großen Anzahl Meßeinheiten wird in der praktischen Röntgentechnik immer mehr als unhaltbar empfunden. In welcher Weise es möglich sein wird, eine Einheitlichkeit zu erreichen, wird von F. Voltz (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen Bd. 23, S. 466, 1915) eingehend untersucht. Zweck und Aufgabe der Dosimetrie ist es, die im menschlichen Gewebe zur Absorption kommende Strahlenenergie richtig abzuschätzen und einen gewünschten biologischen Effekt jederzeit wieder reproduzieren zu können. Dabei muß man unterscheiden zwischen der biologischen Wirkung auf die Zelle und der physikalisch-chemischen Wirkung auf das Meßgerät. Nur wenn sich nachweisen läßt, daß zwischen diesen beiden Wirkungen eine ganz bestimmte Beziehung herrscht, wird überhaupt im physikalisch-chemischen Meßgerät ein biologischer Effekt zu messen sein. Bei der Frage nach der Qualität, d. h. der Härte der Strahlen, hat man sich über das von einer Röntgenröhre ausgehende Strahlungsgemisch klar zu werden. Man erhält bei den in der Praxis üblichen Betriebsformen ein Gemisch von Strahlen verschiedenster Wellenlänge, bei denen noch zwei besondere Strahlenarten zu unterscheiden sind, die Impulsstrahlung und die charakteristische Strahlung. Die Impulsstrahlung kommt dadurch zustande, daß die Elektronen in der Röntgenröhre infolge der an der Röhre liegenden treibenden elektrischen Kräfte Energie aufgenommen haben und diese Energie beim Aufprallen auf die Antikathode zum Aufbau eines Kraftfeldes verwandten. Die Härte der Impulsspannung ist daher der Spannung an den Röhrenelektroden proportional, d. h. der Wellenlängenbereich der Impulsstrahlung ist durch den Verlauf der Spannungskurve an der Röntgenröhre bestimmt. Da dieser sehr kompliziert ist, so ist auch das Röntgen-

strahlspektrum sehr kompliziert und ausgedehnt. Der Impulsstrahlung ist noch das Spektrum der charakteristischen Strahlung überlagert. Dieses rührt daher, daß die Antikathode durch das Auftreffen der Elektronen in der Weise erregt wird, daß Röntgenstrahlen ausgesandt werden, und zwar mit Wellenlängen, die für jedes Metall verschieden sind. Da die charakteristische Strahlung bei einer bestimmten Antikathode in ihrer Wellenlängenzusammensetzung unveränderlich ist, so ergibt sich, daß die Spannungskurve der Röhre ein hinreichendes Maß für die spektrale Zusammensetzung des Röntgenstrahlungsgemisches ist. — Bei der Bestimmung der Röntgenstrahlenmenge ist die Erzeugung von *Sekundärstrahlen* im Meßinstrument und in den menschlichen Zellen von größter Wichtigkeit. Es ist nachgewiesen, daß eine Zelle um so mehr angegriffen wird, je größer die Sekundärstrahlung in ihr ist und je jünger die Zelle ist. Es fragt sich, welche Arten von Sekundärstrahlen entstehen können. Es sind dies die zerstreute Strahlung, die sekundäre Röntgenstrahlung und die Korpuskularstrahlung. Die *zerstreute Strahlung* ist ihrer Natur nach mit den Primärstrahlen identisch, besitzt also auch Lichtnatur. Je härter die einfallende Strahlung, um so härter wird auch die zerstreute Strahlung sein. Die sekundäre *Röntgenstrahlung* ist eine Fluoreszenzstrahlung; mit steigendem Atomgewicht wird das Verhältnis der sekundären Röntgenstrahlung zur Primärstrahlung immer größer. Auch für sie gilt die aus der Optik bekannte Stokesche Regel: Ein erregbarer Körper fluoresziert nur dann, wenn das erregende Licht kürzere Wellenlängen hat als das erregte. Fällt ein Röntgenstrahl auf eine chemische Verbindung, so ist die Natur der sekundären Röntgenstrahlung nur durch die Natur der in dieser Bindung enthaltenen chemischen Elemente bestimmt und nicht durch die Art ihrer chemischen Bindung. Für unsere Betrachtung kommt hauptsächlich die Sekundärstrahlung der Elemente in Betracht, die in den Substanzen enthalten sind, auf deren chemischen und physikalischen Veränderungen Röntgenstrahlenmeßeinrichtungen aufgebaut sind, also Silber, Selen usw. Die sekundäre *Korpuskularstrahlung* hat den Charakter der Kathoden- und β -Strahlen. Sie ist sehr leicht absorbierbar, ihre Geschwindigkeit ist um so größer, je härter die erzeugenden Röntgenstrahlen sind, und ihre Strahlenmenge ist um so größer, je größer das Atomgewicht der bestrahlten Substanz ist. Die sekundäre Korpuskularstrahlung hängt mit der sekundären Röntgenstrahlung ebenso zusammen, wie die auf der Antikathode der Röntgenstrahlen erzeugte Röntgenstrahlung mit der Kathodenstrahlung. — Es fragt sich, in welcher Weise die *Sekundärstrahlen* bei den *Meßmethoden* der Qualität und Quantität der Röntgenstrahlen von Einfluß sind. Einige Härtemesser vergleichen die Durchdringungsfähigkeit einer Substanz verschiedener Dicke, z. B. einer Aluminiumtreppe oder eines Aluminiumkeiles. Sie alle sind nur bei stets unveränderten Betriebsbedingungen brauchbar. Alle Methoden, die eine Schwärzung eines Silbersalzes benutzen, sind deswegen unbrauchbar, weil bei ihnen im Silbersalz eine sekundäre Röntgenstrahlung entsteht, die je nach der Lage des Intensitätsmaximums im primären Röntgenstrahlspektrum in mehr oder weniger großer Menge auftritt. Eine einwandfreie Bestimmung der Härte des Strahlungsgemisches ist daher nur durch eine Spannungsmessung zu erreichen. Das Spektrum ist gegeben und hinreichend definiert durch die Spannungskurve an der Röhre. Eine andere Meßmethode bestände in

der Bestimmung des in der Physik gebräuchlichen Absorptionskoeffizienten oder der mit ihm in enger Beziehung stehenden Halbwertsschicht.

Bei den verschiedenen Meßmethoden der *Dosimetrie* ist die Größe der Einwirkungen der Röntgenstrahlen auf das Meßgerät durch die Anzahl der gebildeten Elektronen, also durch die Größe der sekundären Kathodenstrahlung bedingt. Da aber in den Silbersalzen eine selektive Absorption eintritt, so besitzen die auf der *Schwärzung* der *Silbersalze* aufgebauten Meßmethoden eine Fehlerquelle. Die Meßmethoden, welche die *Ionisationswirkung* der Strahlen ausnützen, haben mit einer konservativen Abneigung weitester Kreise der Röntgentechnik zu kämpfen. Und doch sind sie es gerade, die eine einwandfreie Messung ermöglichen. Der Sättigungsstrom in einer Ionisierungskammer ist unabhängig von der Härte der Strahlen und direkt der in der Volumeneinheit des Gases absorbierten Strahlenenergie proportional. Kennt man den Absorptionskoeffizienten des Gases, so kann man daraus eine Gesamtenergie der Strahlen bestimmen. — Die Versuche, die verschiedenen Meßmethoden aufeinander zu beziehen und eine zahlenmäßige Relation zwischen den einzelnen Skalen aufzustellen, sind nur möglich, wenn die Reagenzkörper den Strahlen gegenüber ein vollkommen gleiches Verhalten zeigen. Ein Vergleich der einzelnen Dosimeter ist deswegen unmöglich.

Das Verhalten der Röntgenröhre im praktischen Betriebe. In der röntgentechnischen Literatur liest man sehr oft vom „Widerstand“ einer Röntgenröhre. Dieser Begriff ist ein mehr gefühlsmäßiger als exakt wissenschaftlicher, denn bei der Röntgenröhre ist das Verhältnis von Spannung zu Stromstärke kein konstantes, sondern von der Stromstärke abhängig. Die statischen Vorgänge, d. h. die Strom- und Spannungsverhältnisse bei stufenweiser Änderung dieser Größen, sind von *H. Kröncke* eingehend untersucht und in einer Anzahl von „statischen Charakteristiken“ verschieden harte Röntgenröhren festgelegt worden. Von *P. Ludewig* (*Physikalische Zeitschrift* Bd. 16, S. 438, 1915) wird versucht, auch für den Betrieb mit veränderlichem Strom Gesetzmäßigkeiten zu finden. Es mußte dazu zunächst die Frage entschieden werden, ob eine Hysteresiswirkung, d. h. eine Trägheitserscheinung der Vorgänge bei veränderlichem Strom, wie sie sich z. B. beim Lichtbogen gezeigt hat, auch bei der Röntgenröhre vorhanden ist. Als Ursachen für die Trägheitserscheinung können bei der Röntgenröhre erstens Temperaturschwankungen der Röhre in Betracht kommen. Die auf diese Ursache sich gründende Hysteresis wird nur bei langsam verlaufenden Stromänderungen eine Rolle spielen. Zweitens wird auch die zeitliche Änderung der Ionisierung des Inneren der Röntgenröhre und zwar bei schnell verlaufenden Stromänderungen in Betracht kommen. Da man annehmen kann, daß bei einem bestimmten Betriebszustand Wärmeschwankungen der Röhre nicht eintreten, so wird nur die zweite Ursache von Bedeutung sein. *P. Ludewig* macht deswegen für die weiteren Ausführungen folgende Annahmen:

1. Bei der Röntgenröhre ist eine Hysteresis vorhanden, die bei schnell verlaufenden Vorgängen zu beachten ist.
2. Bei veränderlicher Spannung ist die Härte der von einer Röntgenröhre ausgesandten Strahlen in jedem Augenblick der an der Röhre liegenden Spannung proportional.
3. Die Kurve der Spannung besteht aus einzelnen

kurzen Stößen. Die Spannung steigt in jedem Stoß schnell auf ihren Maximalwert, bleibt dort eine kurze Zeit konstant und fällt dann wieder schnell auf Null.

Betrachtet man jeden Spannungsstoß einzeln, so kann man jetzt annehmen, daß der Verlauf der Spannung an der Röhre ebenso verläuft, wie wenn man beim Betriebe mit kontinuierlichem Gleichstrom den Strom öffnet, einen kurzen Augenblick schließt und wieder öffnet. Bei den schnellen Änderungen am Beginn und Ende eines jeden Stoßes wird die Hysteresis zur Wirkung kommen, und zwar so, daß am Anfang des Stoßes die Spannungskurve einen hohen Zündgipfel überschreiten muß, und daß am Ende die Leitfähigkeit in der Röhre noch so lange erhalten bleibt, daß die Spannung ohne weiteres auf Null herabfällt. Bisher ist jeder Stoß einzeln betrachtet und angenommen, daß bei ihm die Schnelligkeit der Bildung und Wiedervereinigung der Ionen im Innern der Röhre eine Rolle spielt. Dabei sollte sich die Temperatur der Röhre auf einen Mittelwert einstellen und keine wesentlichen Schwankungen aufweisen. Es ist nun nicht zu verkennen, daß die Temperaturschwankungen der Röhre beim praktischen Betriebe dennoch eine Rolle spielen können, und zwar besonders dann, wenn die Pausen zwischen den Stößen ziemlich lang sind. Es wird so der Fall eintreten können, daß die Zündspannung beim Beginn jedes Stoßes nicht mehr den von *H. Kröncke* gefundenen Wert hat, sondern daß die Röhre in der dazwischenliegenden Pause Zeit gehabt hat, sich abzukühlen, und daß daher die Zündspannung höher liegt. Mit abnehmender Stoßzahl wird daher die Zündspannung der Röhre steigen. Zugleich folgt daraus, daß mit abnehmender Stoßzahl die Härte einer Röhre größer werden wird.

Mit Hilfe der neuen Theorie ist es dem Verfasser möglich, eine große Anzahl von Erscheinungen, die man im praktischen Röntgenbetriebe beobachtet hat, zu erklären und zugleich einen umfassenden Einblick in das Gebiet zu gewähren. Zum Schluß wird ein wichtiges Problem der Röntgentechnik einer neuen Lösung zugeführt. Bekanntlich hat man sich in der letzten Zeit die Aufgabe gestellt, die Röntgenstrahlen so hart zu machen, daß sie in der Tiefentherapie in erfolgreichen Wettbewerb mit den γ -Strahlen des Radiums treten können. Würde dies gelingen, so würde es möglich sein, an Stelle der sehr kostspieligen Radiumpräparate die viel billiger zu betreibende Röntgenröhre zu setzen, wenigstens soweit es sich um die Behandlung mit durchdringungsfähigen Strahlen handelt. Der neue Vorschlag des Verfassers geht dahin, *nur durch die Zündspannung* in der Röhre Röntgenstrahlen zu erzeugen. Dies soll dadurch erreicht werden, daß vor die Röhre ein großer Vorschaltwiderstand geschaltet wird, um den stabilen Betriebszustand möglichst auf den abfallenden Ast der Charakteristik zu verlegen. Ferner werden in den Röntgenröhrenstromkreis noch Luftfunkenstrecken eingeschaltet, welche die Wirkung haben, den Stromdurchgang abzukürzen. Bei dieser neuen Betriebsform würde durch die Röntgenröhre eine Entladung gehen, die einer Funkenladung — im Gegensatz zu der lichtbogenähnlichen Entladung bei gewöhnlichem Betrieb — entspricht.

Ein neues Röntgenrohr für spektroskopische Zwecke. (*Siegbahn*, Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Bd. 17, S. 469, 1915.) Bei der röntgenspektroskopischen Untersuchung der

verschiedenen Elemente fertigt man im allgemeinen die Antikathode der Röntgenröhre aus dem zu untersuchenden Element an oder man läßt die von einer beliebigen Antikathode ausgehenden Röntgenstrahlen auf ein Stück des zu untersuchenden Elementes fallen und dort sekundäre Röntgenstrahlen erzeugen, die für das Element charakteristisch sind, und untersucht diese dann mit einer der üblichen Kristallinterferenzmethoden. Die erste Methode läßt sich dann nicht verwenden, wenn die Substanz das für das Röhreninnere erforderliche Vakuum nicht vertragen kann, also z. B. sehr leicht verdampft; bei der zweiten Methode treten dadurch Schwierigkeiten auf, daß die Intensität der Sekundärstrahlen sehr gering ist und daß man daher bei der spektroskopischen Aufnahme zu sehr langen Belichtungszeiten gelangt. Vom Verfasser wird eine Röntgenröhre angegeben, die für spektroskopische Aufnahmen nach der zweiten Methode geeignet ist. Die Röhre ist ähnlich wie die von *Zehnder* angegebene aus Metall hergestellt, das durch Kühlrippen gekühlt wird, und in das mittels eines Porzellanisolators die Kathode eingeführt ist. Die Antikathode befindet sich in der Wandung der Röhre und besteht aus einem 0,15 mm dicken Silberblech. Direkt an diese Antikathode wird das zu untersuchende Element außen angelegt und in ihm daher eine intensive Sekundärstrahlung erzeugt. Während des Betriebes bleibt die mit Pizein gedichtete Röhre in Verbindung mit einer Molekularpumpe. Es ist so möglich, eine große Anzahl von Elementen röntgenspektroskopisch zu untersuchen.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Technische Mitteilungen

Den schwarzen Phosphor, der bei 200° unter 12 000 kg Druck aus weißem Phosphor entsteht, hat *P. W. Bridgman* auch aus **rotem Phosphor** herzustellen versucht. Der rote Phosphor ist kein einheitlich bestimmter Stoff, sondern verschieden in Aussehen und Dichte je nach dem Herstellungsverfahren. Die Arten, welche die größte Dichte besitzen, haben eine violette Färbung. Bei den Versuchen wurden zwei verschiedene Arten benutzt, eine Probe hellroten Phosphors, die bei 500 kg Druck in einer Stickstoffatmosphäre gebildet war, und eine Probe violetten Phosphors. Der rote Phosphor wurde mit weißem Phosphor umgeben und die ganze Masse bei 200° einem Druck von 12 500 kg ausgesetzt. Dadurch wurde der weiße Phosphor in schwarzen Phosphor verwandelt, der rote blieb ganz unverändert mitten in der Masse des schwarzen Phosphors. Sodann wurde weißer Phosphor, für dessen Verwandlung in roten Phosphor Natriummetall als Katalysator dient, mit einer Spur Natrium bei Zimmertemperatur auf einen Druck von 4000 kg gebracht und bei konstantem Volumen auf 200° erhitzt. Dadurch stieg sein Druck um 500 kg, der bei 200° auf 12 500 kg erhöht und nach 20 Minuten auf 13 000 kg gesteigert wurde. Nach der Abkühlung war der Phosphor in seiner ganzen Masse violett und die erwartete Umwandlung in schwarzen Phosphor vollständig ausgeblieben. Auch der Versuch, Jod als Katalysator für diese Umwandlung zu benutzen, mißlang und ebenso alle sonstigen Versuche, schwarzen Phosphor aus rotem oder violettem herzustellen. Die Ergebnisse seiner Versuche stellt Verf. in folgenden drei Sätzen dar: 1. Schwarzer Phosphor ist stabil gegen weißen bei 200° und unter Drucken, die größer sind als 4000 kg. 2. Violetter Phosphor ist stabil gegen weißen bei 4000 kg Druck und in Tempe-

raturen etwas unterhalb 200°. 3. Violetter Phosphor ist stabil gegen roten bei Drucken zwischen 8000 und 12 000 kg. (*Journ. Am. Chem. Soc.* 38, 609, 1916.)

Über die Herstellung von Kobaltniederschlägen auf anderen Metallen und Legierungen, wie Messing, Eisen, Stahl, Kupfer, Zinn, Neusilber, Blei und Britanniametall, haben *H. T. Kalmus, C. H. Harper* und *W. L. Savell* sehr umfangreiche Versuche angestellt. Aus der großen Zahl der erprobten Bäder empfehlen sie folgende zwei Lösungen: Lösung A, 200 g kristallisiertes Kobaltammoniumsulfat ($\text{CoSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) auf 1 l Wasser und Lösung B, 312 g Kobaltsulfat (CoSO_4) + 19,6 g Kochsalz + Borsäure bis zur Sättigung auf 1 l Wasser. Die mit diesen Lösungen herzustellenden Niederschläge sind dicht, fest anhaftend, hart und gleichmäßig. Sie sind sehr leicht zu einer Oberfläche von vollkommen befriedigender Glätte zu polieren, die eine glänzend weiße Farbe mit einem schwach bläulichen Schimmer besitzt. Dabei haben diese Niederschläge vor Nickelniederschlägen bei ihrer Herstellung eine große Reihe von Vorzügen. Die elektrische Leitfähigkeit der Lösungen ist größer als bei den gebräuchlichen Nickelbädern, so daß die Kobaltbäder einer geringeren Spannung bedürfen. Besonders hervortretend ist die Schnelligkeit, mit der sich die Kobaltniederschläge herstellen lassen. Lösung A liefert die Niederschläge 4 mal schneller als die am geschwindesten arbeitenden Nickelbäder und bei Lösung B ist die Geschwindigkeit sogar 15 mal so groß. Die mit so großer Schnelligkeit erzeugten Niederschläge sind viel härter als Nickelniederschläge, sie können daher dünner sein und trotzdem den gleichen Schutz für die Oberfläche leisten. Beim Arbeiten mit der Lösung B unter Verwendung von 16 Amp. auf 1 qdem erfordern Automobilteile, Messingstempel usw. für Vollandung des Kobaltüberzuges einschließlich der Politur nur 1 Minute, die besten Nickelbäder dagegen beim Betriebe mit 1,1 Amp. auf 1 qdem 1 Stunde. Hiernach braucht man zu den Kobaltniederschlägen nur $\frac{1}{4}$ so viel Metall wie zu den Nickelniederschlägen. Kobalt kann also 4-mal so teuer sein wie Nickel, und dennoch ist seine Verwendung vorteilhafter, weil sie Arbeit und Zeit erspart. In einem kleinen Raum kann auch mehr Arbeit mit Kobalt- als mit Nickelbädern geleistet werden. Kobaltüberzüge, die zum Schmuck auf Messing, Kupfer, Zink oder Neusilber angebracht werden, können in einer Minute hergestellt werden. Waren, die starker Schädigung durch Wettereinflüsse oder durch Reibung ausgesetzt sind, erfordern höchstens 15 Minuten. Die Russel Motor Car Company hat mit Kobaltüberzügen auf Automobilteilen und Schlittschuhen sehr günstige Erfahrungen gemacht, und bei den gegenwärtigen Zeitumständen wird der Ersatz des Nickels durch Kobalt bei uns in Deutschland ganz besonders hoch zu schätzen sein. (*Journ. of Ind. and Eng. Chem.* 7, 379, 1915.)

Eine Haarsalbe aus der Zeit der alten Römer ist von *L. Reutter* analysiert worden. Bei Ausgrabungen, die in Lugano von dem Direktor des dortigen städtischen Museums, *M. Bally*, vorgenommen wurden, fand man einen alten römischen Krug, der eine ziemlich weiche, salbenartige, fettige Masse enthielt mit einem Geruche nach Terpentin und Storaxharz und von gelbbrauner Farbe. Beim Erwärmen schmolz sie gegen 58° zu einer gelblichen Flüssigkeit mit vielen mineralischen und pflanzlichen festen Bestandteilen. Die weitere Untersuchung zeigte, daß sie teilweise in Petroleumäther, Äther, Alkohol und Chloroform löslich war. Der in Petroleumäther gelöste Bestandteil ergab in der

Elementaranalyse die Formel $\text{C}_{27}\text{H}_{54}\text{O}_2$. Dies deutet darauf, daß die Masse ein Gemisch von Bienenwachs und Fetten darstellte, dem die Römer Storaxharz und Terpentin zugesetzt hatten. Die beiden letzten Bestandteile waren in Weinsäure eingeweicht worden. Außerdem war Henna der braunen Färbung und des Geruches wegen zugefügt, sowie ein Gerbstoff, der die Masse konservieren und ihr einen besonderen Duft verleihen sollte. Dies Gemenge diente in der Zeit der alten Römer den Modedamen als Salbe für die Haut oder die Haare. (*C. R.* 162, 470, 1916.)

Einen die Benetzung verhindernden Überzug auf Sandkörnern und auf der Oberfläche der Ackererde glaubt *H. Devaux* annehmen zu können. Bringt man nämlich trockenen Sand, dessen Körner durchschnittlich Durchmesser von 0,37 bis 0,67 mm besitzen, vorsichtig auf die Oberfläche von Wasser, so bleiben 60–63 % davon schwimmend. Wird er schwach angefeuchtet, so daß er bis zu $\frac{1}{2}$ % Wasser enthält, so schwimmt er noch besser; bis zu 90 % bleiben dann davon auf dem Wasser. Mit einem Gehalt von 1 % Wasser oder mehr sinken aber alle Sandkörner sofort unter. Die Schwimmfähigkeit der Sandkörner beruht darauf, daß sie unvollständig benetzt sind. Ein kleiner Teil ihrer Oberfläche bleibt trocken, selbst wenn sie tagelang auf dem Wasser treiben. Auch ganz untergetauchte Körner können, an die Oberfläche gebracht, wieder schwimmend werden. Die Ursache für die unvollkommene Benetzung sieht *Devaux* in einer Hülle, welche die Sandkörner bedeckt und ähnlich wie Wachs wirkt, mit dem man eine Stahlnadel schwimmend machen kann. Wird Sand nämlich ausgeglüht, so verliert er seine Schwimmfähigkeit. Alle Körner sinken sofort unter und behalten diese Eigenschaft für mehrere Tage. Die Wärme hat somit eine organische Hülle, welche ihre Oberfläche wahrscheinlich bedeckte, zerstört. Hierauf deutet auch folgender Versuch: Wird eine Wasseroberfläche in dünner Schicht mit einem unlöslichen Pulver, etwa Talk, bestreut, und läßt man dann Sandkörner darauf fallen, so treibt jedes Korn die Talkkörner weit von sich fort, was beweist, daß durch die Sandkörner auf dem Wasser ein fremder Stoff von schwacher Oberflächenspannung zurückgelassen ist. Die gleichen Erscheinungen zeigt auch Ackererde. Das Vorhandensein einer solchen Hülle muß notwendigerweise eine bedeutende Einwirkung auf die kapillaren Eigenschaften dieses für die Pflanzenwelt so wichtigen Stoffes ausüben. (*C. R.* 162, 197, 1916.)

Briketts in einer für die Schifffahrt brauchbaren Form herzustellen ist *D. A. Thomas* und *H. J. Philipps* gelungen. Bisher wurden die Briketts mit Hilfe von Bindemitteln wie Teer, Glukose, Melasse usw. gepreßt. Dies hatte zur Folge, daß sie bei der Verbrennung viel Rauch erzeugten und deswegen auf Schiffen nicht verwandt werden konnten. In England wurden daher jährlich nur kaum 2 Millionen Tonnen Briketts hergestellt, während die Erzeugung in Deutschland mehr als 20 Millionen betrug und auch in Frankreich sehr bedeutend war. Nach dem neuen Verfahren werden die Briketts ohne jedes Bindemittel unter sehr hohem Druck aus gepulverten Kohlen gepreßt. Die so hergestellten Kohleblöcke sind luftbeständig und geben nicht mehr Rauch als gewöhnliche Kohlen. Nachdem dies Verfahren 1 bis 2 Jahre erprobt ist, wird es nunmehr in Süd-Wales in großem Maßstabe angewandt. (*Journ. Ind. and Eng. Chem.* 7, 544, 1915.)

A. Mahlke, Hamburg.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIV, Heft 4, 1916.

(Ausgegeben am 25. Mai 1916.)

Beitrag zur Kenntnis der Kernteilungen der Characeen; von Fr. Oehlkers. (Mit 1 Abbildung im Text.) Bei der Keimung der Zygote von *Chara foetida* teilt sich der Kern zweimal hintereinander, so daß vier Einzelkerne entstehen. Von den drei angelegten Wänden werden zwei aufgelöst, die dritte sondert einen der 4 Kerne in einer protoplasmatischen Kuppe ab, wodurch die Spitzen der Zygote auseinandergedrängt werden. Dieser Kern bildet nach einigen weiteren Teilungen einen vollständigen Knoten, an dem Sproß und Rhizoiden des jungen Pflänzchens entstehen. Die drei zurückbleibenden Kerne degenerieren. Es gelang, die Chromosomenzahl bei der zweiten Teilung in der Zygote als 16 festzustellen, also der Zahl der vegetativen Teilung. Demnach erfolgt die Reduktion in der ersten Teilung, so daß sich die diploide Generation auf die ruhende Zygote beschränkt.

Über die Kreuzung einzelliger, haploider Organismen: Chlamydomonas; von A. Pascher. (Mit 5 Abbildungen im Text.)

Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee; von Otto Suchlandt. (Mit 1 Abbild. im Text und Tafel III.) Auf dem Eise des Davoser Sees in großen Kurven auftretender roter Schnee ergab als alleinigen Erreger eine Hämatochrom und Chromatophoren führende Dinoflagellate, die in der botanischen Literatur bisher nicht beschrieben war. Sie wurde neu benannt, und zwar Glenodinium Pascheri.

Über die Abstammung der Para-Piassave; von T. F. Hanaušek. (Mit 3 Abbildungen im Text.) Die Angaben über die Abstammung der Para-Piassave von Leopoldinia Piassaba Wall. war bisher nicht sicher bewiesen, da das authentische Vergleichsmaterial fehlte. Vom Berliner Museum erhielt Hofrat von Wiesner Blattscheidenstücke von Leopoldinia pulchra Mart., die auf seinen Wunsch der Autor untersuchte. Es kommen einfache und zusammengesetzte Faserbündel vor; die einfachen bestehen aus Blattfasern mit Siebteil und Gefäßteil oder ohne diese, die zusammengesetzten bestehen aus mehreren — etwa bis 6 — Einzelbündeln, die durch parenchymatische Gewebeplatten verbunden sind. Sie sind genau so gebaut, wie die als Para-Piassave bezeichnete Ware. Diese stammt daher ohne Zweifel von Leopoldinia sp. und zum größten Teil wohl von Leopoldinia Piassaba.

Beitrag zur Kenntnis der Gattung Salvinia; von M. Möbius. (Mit Tafel IV.) Die Vegetations- und Fruktifikationsorgane von *Salvinia auriculata* werden nach Material beschrieben, das Verfasser aus einer Aquarienhandlung in Frankfurt erhalten hat. Sie sind etwas, aber nicht wesentlich von denen bei *S. natans* verschieden. Die Sporangien bilden eine Ähre am mittelsten Strahl des Wasserblattes, die weiblichen an der Basis, die männlichen weiter oben sitzend, beide größtenteils verkümmert. Die normalen Mikrosporangien enthalten nur 32 (oder 16) Sporen. Bemerkenswert ist noch der Bau der Borstenhaare.

Über die Befruchtung und die Reduktionsteilung bei Nematium multifidum; von Harald Kylin. (Mit 7 Abbild. im Text.) Die Spermastien sind bei der Entlassung aus den Spermatangien einkernig, werden aber, nachdem sie sich auf die Trichogyne angeklebt haben, zweikernig. Der eine Kern wandert nach dem Karpogonbauch hinunter und verschmilzt da mit dem Eikern. Beide Geschlechtskerne befinden sich bei ihrer Verschmelzung im Ruhestadium. Die erste Teilung des Zygotenkerns ist eine Reduktionsteilung, und nach dieser Kernteilung teilt sich das Karpogon in zwei Zellen. Aus der oberen dieser Zellen wächst der Germinoblast heraus. Die haploide Chromosomenzahl ist etwa 10.

Über die Blütenverhältnisse und die systematische Stellung der Gattung Cercidiphyllum Sieb. et Zucc.; von H. Harms. (Mit 1 Abbild. im Text und Tafel V.) Der vegetative Aufbau und der Bau der Blüten, beide schon von H. Solereder eingehend dargestellt, werden auf Grund frischen blühenden Materials noch einmal geschildert. Solereder hatte zuerst die Auffassung vertreten, daß die sog. Blüte des diöcischen, bei uns winterharten ostasiatischen Baumes als Blütenstand aufzufassen sei; von der Mehrzahl aller Phanerogamen weicht der Fruchtknoten durch seine Stellung ab, indem er nämlich die Placenta nach außen, nach der Braktee richtet. Dieser Auffassung Solereders schließt sich Verfasser jetzt an; der Bau des weiblichen Blütenstandes wird verständlich, wenn wir ihn mit dem vegetativen vergleichen und das Fruchtblatt als fertilitatisches adossiertes Vorblatt auffassen. — Verfasser will sie als Vertreter einer eigenen Familie bei den Ranales unterbringen, zu denen sie durch die Balgfrucht und das adossierte Vorblatt nähere Beziehungen zeigt.

Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft; Band XXXIV, Heft 5, 1916.

(Ausgegeben am 29. Juni 1916.)

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze Nr. 5: Über den Nachweis von gelösten Kalkverbindungen mit Soda; von H. Molisch. (Mit Tafel VI.) Wird ein Schnitt durch ein Pflanzengewebe mit einer 10-prozentigen bis gesättigten Lösung von wasserfreiem Natriumkarbonat behandelt, so wird der Kalk als Kalkkarbonat oder gewöhnlich als Kalknatronkarbonat, und zwar in letzterem Falle in Form wohlausgebildeter Gaylussitkristalle gefällt. Mikroskopische Schnitte erscheinen nach Ausführung der Probe mit solchen Kristallen wie besät. Die Kalkreaktion ist sehr empfindlich, sie gelingt mit einem winzigen Tröpfchen Brunnenwasser, ja sogar mit einzelnen Zellen in prägnanter Weise.

Systematische Untersuchung einiger Farne bewohnenden Pilze; von Fr. Bubák. (Mit Tafel VII und VIII.)

Die Chloroplastenbildung bei den höheren Pflanzen und die Allinante von A. Meyer; von Friedrich Meves. Der Verfasser schließt sich dem von Pensa und Lewitsky aufgestellten Satz an, daß die Chromatophoren bei den höheren Pflanzen von Chondriosomen oder Plastosomen abstammen. Er behauptet, daß weder Schimper noch A. Meyer noch Mikosch bei den von ihnen untersuchten Objekten die Vorstadien der Chromatophoren, nämlich undifferenzierte Chondriosomen oder Plastosomen, gesehen haben. Die „kleinen Leukoplasten“, welche Schimper bei *Tradescantia albiflora* und *Hartwegia comosa* als jüngste Entwicklungsstadien von Chloroplasten beschrieben hat, sind Körner metaplastmatischer Natur und haben mit der Chloroplastenbildung nicht das geringste zu tun. Die „Allinante“ von A. Meyer (1916) sind teils Chondriosomen oder Plastosomen, teils metaplastmatische Gebilde. Die Chondriosomen oder Plastosomen sind mit den Fäden Flemmings von 1882 und den Körnern von Altmann (1890) identisch und als die Träger der „molekularen Organisation“ des Protoplasmas anzusehen.

Über abnorme Blüten von Aucuba japonica Thunb.; von H. Harms. (Mit 1 Abbild. im Text.) Beschreibung abnormer pseudo-männlicher Blütenstände, welche äußerlich den männlichen gleichen, jedoch Blüten tragen, die meist der Staubblätter entbehren und einen deutlich entwickelten, gegen den relativ langen Blütenstiel nicht abgegliederten Fruchtknoten mit abnorm grüner Samenanlage und oft gezählter oder zweispaltiger Narbe besitzen. Frühere Angaben über Zwitterblüten bei *Aucuba* beziehen sich vielleicht teilweise auf solche abnormen Blüten. Die Geschichte der Einführung der Pflanze in Europa wird kurz berührt.

**Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft;
Band XXXIV, Heft 6, 1916.**

(Ausgegeben am 27. Juli 1916.)

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 6: Über den Nachweis von Kalk mit Kalilauge oder einem Gemisch von Kalilauge und kohlen saurem Kali; von Hans Molisch. Wenn man Gewebeschnitte der Pflanze, die gelöste oder ungelöste Kalkverbindungen enthalten, mit einem Tropfen halbgesättigter, wässriger Kalilauge oder einem Gemisch von dieser und kohlen saurem Kali verwendet, so treten nach einiger Zeit sehr charakteristische, hexagonale Plättchen oder Scheiben auf, die später in gefüllten Blüten in sehr ähnliche Kristallaggregate übergehen können. Diese Kristalle bestehen aus einem Doppelsalz von der Zusammensetzung $(2 \text{ CaCO}_3 + 3 \text{ K}_2\text{CO}_3) \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$. Die Reaktion ist sehr empfindlich und leistet bei mikrochemischen Untersuchungen der Pflanze gute Dienste.

Wie entsteht die Krautfäule, Phytophthora infestans (Mont.) de By., auf der neuen Kartoffelvegetation? von Jakob Eriksson. In den primären Krankheitsflecken auf dem Kartoffelfelde im Spätsommer findet man die Oosporen. Diese sind echte Sommersporen. Sogleich keimfähig, senden sie ihre Keimfäden durch die Spaltöffnungen aus. Die ersten Luftsporen sind Zoosporangien. Die Oospore ist das Resultat einer im erkrankenden Blattgewebe vor sich gehenden Befruchtung zwischen Autheridien und Oogonien. Die diese Organe entwickelnden Mycelfäden sind aus einem in den Blattzellen früher vorhandenen, körnigen Mykoplasma entstanden.

Dunkelkeimer und Substrat; von Erik Kuhn.

Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern; von F. W. Neger. Auf experimentellem Wege wird der Nachweis geliefert, daß die Flecken, die bei Rauchbeschädigungen an Laubhölzern auftreten, auf eine postmortale Verfärbung des grünen Gewebes unter dem Einfluß der Lichtwirkung zurückzuführen sind. Werden die durch saure Gase beschädigten Assimilationsorgane nicht dem Licht ausgesetzt, so unterbleibt die Fleckenbildung, und die erkrankten Blätter nehmen nur eine fahlgrüne Färbung an.

Über einige Ascidienbildungen der Blätter von Magnolia; von Alexander Lingelsheim. (Mit Tafel X.) Es wird die relative Häufigkeit solcher Mißbildungen bei der Gattung festgestellt, mehrere besonders auffällige Erscheinungen dabei besprochen und abgebildet und die Frage nach der morphologischen Bedeutung geprüft. Eine merkwürdige „Doppelascidie“ wird zuletzt beschrieben und bildlich dargestellt.

Über die Variation der Anzahl der Petalen und der Hüllblätter bei Anemone nemorosa L. und über den Verlauf der Variation während einer Blütenperiode nebst einigen teratologischen Beobachtungen; von Hermann Losch. (Mit Tafel XI.) Zwischen dem Aufblühen und der vollen Blütenentfaltung zeigt sich für die sonnig und warm gelegenen Standorte eine Zunahme der Sechserblüten und eine Abnahme der Siebener und Achter; umgekehrt nehmen zwischen der vollen Blütenentfaltung und dem Abblühen die Sechser ab, während die Siebener und Achter zunehmen. Zwei am Nordabhang gelegene kältere Standorte machen eine Ausnahme. Der Grad der Beleuchtung, Feuchtigkeit und höchst wahrscheinlich auch die Temperatur haben an verschiedenen Standorten auf den Variabilitätsgrad der Petalen einen deutlichen Einfluß. Der Variabilitätsgrad der Hüllblätterzahl ist geringer als derjenige der Petalenzahl; sie gehen an den einzelnen nicht parallel miteinander. Weiter werden noch Beziehungen zwischen Hüllblätter- und Schalen-zahl festgestellt, ferner teratologische Beobachtungen berichtet. Eine Tafel mit photographischen Abbildungen ist beigegeben.

Auftrieb und Stofftransport; von A. Ursprung. Wird ein Stammstück mit weiten Gefäßen in eine

Flüssigkeit getaucht, so kann letztere unter Umständen mit verblüffender Geschwindigkeit aufsteigen. Dies ist z. B. der Fall, wenn mit Zucker gefüllte Gefäße in Wasser, oder wenn mit Wasser gefüllte Gefäße in Alkohol tauchen. Die Erscheinung erklärt sich durch den Auftrieb, indem immer die spezifisch leichtere in der spezifisch schwereren Flüssigkeit emporsteigt. Außer dem spezifischen Gewicht spielen noch eine Rolle die Viskosität, die Neigung der Gefäße zur Vertikalen, die Steighöhe der eingedrungenen Flüssigkeit und die Grenzflächen-spannung.

**Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie;
Bd. 116, Heft 1, 1916.**

*Über den Farbensinn der Tagvögel und die Zapfen-
ölkugeln; von Erna Hahn.*

Zelluläre Vorgänge bei der Häutung der Insekten; von Wilhelm Willers, herausgegeben von Bernhard Dürken. Die Loslösung des alten Chitins wird eingeleitet durch Bildung der „plasmatischen Schicht“, die sich zusammenhängend von der Hypodermis abhebt. Dann erfolgt starke Vakuolisierung des Plasmas der Matrixzellen, beginnend in der Umgebung des Kernes. Die Bildung der zweiten Chitinschicht erfolgt unter Auflösung der am peripheren Pol der Zellen gelegenen Vakuolenschicht, in deren Kammern sich zum Teil ein Inhalt nachweisen läßt, der die gleiche Farbenreaktion zeigt, wie das junge Chitin. Zugleich tritt Vakuolenbildung im Kern und vor allem im Nucleolus auf. Das Chromatin wird wandständig und nimmt mehr und mehr an Menge ab; der Nucleolus füllt unter vollständiger Vakuolisierung schließlich den ganzen Kernraum aus. In seinen Vakuolen finden sich lichtbrechende Körperchen, die sich zum Teil später im Zellplasma nachweisen ließen. Zusammengefaßt kann man sagen: Im Kerninnern (Nucleolus) tritt Sekret auf unter Abnahme des Chromatins und Umwandlung des Nucleolus; es konnte direktes Austreten desselben in das Plasma beobachtet werden; der Inhalt der Kernvakuolen zeigt zum Teil gleiche Färbung wie junges Chitin. So erscheint die Chitinbildung als ein Sekretionsvorgang unter starker Anteilnahme des Kernes der Matrixzellen.

Myriapodenstudien; von Ernst Voges. Die im letzten Hefte der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. CXVI erschienene Arbeit mit 3 Tafeln behandelt in vergleichender Darstellung das Tracheensystem der Chilopoden und Chilognathen in deren Vertretern Lithobius, Scutigera sowie Julus, Polydesmus und Glomeris, wobei der Beweis unternommen wird, daß in den Stigmen- oder Tracheentaschen, den eigenartig gestalteten Anfangsstücken der Tracheensysteme, umgewandelte Tracheen zu erblicken seien. Ein anderer Teil der Arbeit befaßt sich mit der Morphologie des Diplopodenkopfes in Rücksicht auf gewisse innere, als Tentorien bekannte Skeletstücke, die vom Autor für umgewandelte Stigmentaschen angesprochen werden.

Zoologische Jahrbücher.

**Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie
der Tiere; Band 39, Heft 5/6, 1916.**

Freilebende Nematoden aus der Barentssee; von G. Steiner. Diese Arbeit beschäftigt sich mit Material, das 1913 auf einer Fahrt des deutschen Forschungsdampfers „Poseidon“ ins Weiße Meer gesammelt wurde. Der Schwerpunkt liegt naturgemäß auf systematischem Gebiet. Von neuem wird hier bestätigt, wie außerordentlich reich das Meer an freilebenden Nematoden ist, ein Reichtum, der bisher von der Forschung kaum beachtet wurde. In einer nur einige Kubikzentimeter fassenden Spülprobe von Algen wurden 52 verschiedene Arten gefunden, die sich auf 33 Genera verteilen; 32 Arten und 4 Genera sind zudem neu. Die ungefähr 200 Abbildungen zeigen eindringlich, daß die freilebenden Nematoden es in der Fülle und Seltsamkeit der Formen mit jeder anderen Tiergruppe aufnehmen können und daß sie nichts weniger als „langweilig“ sind.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin

Heft 36.

8. September 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Zur Erinnerung an Carl Zeiß, geboren am 11. September 1816. Von *Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.* S. 541.

Ueber die sogenannten Bakterienmutationen. Von *Prof. Dr. Ernst Lehmann, Tübingen.* S. 547.

Besprechungen:

Doelter, C., Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasien. Von *M. Goldschlag.* S. 551.

Kende, Handbuch der geographischen Wissenschaft. Von *A. Steinhauff.* S. 552.

Physikalische Mitteilungen:

Spezifischer Widerstand eines Metalles. Druckverschiebungen. Kapillarkonstanten. Röntgen-

strahlen. Die Abkühlung eines erwärmten Körpers. Der Aufbau der Linie 4686 Å. E. Erdalbedo. Photographie mit ultravioletten Strahlen. Ultrarotfilter. Maximalfrequenz der Röntgenstrahlen. Radioaktiver Niederschlag aus der Luft auf ungeladene Drähte. Zur Bestimmung sehr kleiner Kapazitäten. Einfluß der Magnetisierung auf die Absorption der Röntgenstrahlen. Luftpotelektrische Größen. Lösungen von Metallen in flüssigem Ammoniak oder Alkylaminen. Leitfähigkeit, welche das Selen bei der Belichtung erwirbt. Methode zur Erzeugung kräftiger gefärbter Flammen. S. 553—556.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Studien über die Fortpflanzung der Bakterien, Spirillen und Spirochäten

Von

Dr. med. E. Meirowsky

Köln a. Rh.

1914. Mit 1 Textfigur und 19 Tafeln — Preis M. 12.—

Die Variabilität niederer Organismen

Eine deszendenztheoretische Studie

Von

Dr. Hans Pringsheim

1910. Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



CARL ZEISS
JENA

BERLIN
HAMBURG
WIEN
BUENOS AIRES

ZEISS

Mikroskope

u. mikroskopische Hilfsapparate

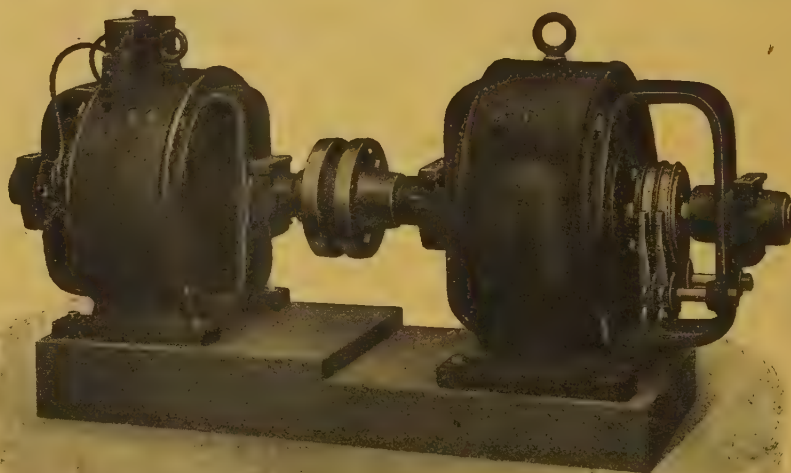
Paraboloid-Kondensor
für Dunkelfeldbeleuchtung

Lupen, Epidiaskope,
Projektions-Apparate

Kleiner Projektions - Apparat
für Diapositive.

Druckschriften kostenfrei.

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

8. September 1916.

Heft 36.

Zur Erinnerung an Carl Zeiß, geboren am 11. September 1816.

Von Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.

Die Schriftleitung dieser Wochenschrift hat mich für die hundertste Wiederkehr des Geburtstages zu einer Äußerung über *Carl Zeiß* aufgefordert, und ich habe geglaubt, mich dieser Aufforderung trotz meinem augenblicklich etwas dürftigen Gesundheitszustande nicht entziehen zu sollen. Gewiß bin ich ein Mitglied des Unternehmens, das noch heute seinen Namen führt, aber ich habe den Begründer persönlich nicht mehr gekannt. Was ich von ihm weiß, geht auf die Schriften seines Mitarbeiters und Freundes *Ernst Abbe* zurück, und darauf werde ich mich im folgenden beziehen und auch beschränken, denn unter den augenblicklichen Umständen ist es mir unmöglich, einen Überblick über die Entwicklung der Jenaer Werkstätte bis auf die neueste Zeit zu geben.

Zweimal hat *Abbe* seines verstorbenen Freundes in öffentlicher Rede gedacht: Das erste Mal an seinem Sarge¹⁾, und dann acht Jahre darauf bei der Gedächtnisrede zur Feier des 50-jährigen Bestehens der optischen Werkstätte²⁾. Bei beiden Gelegenheiten zeigt sich *Abbe* von der Seite, die dem vertraut ist, der das hohe Glück hatte, ihn zu kennen. Ganz frei von Selbstsucht, wie er war, benutzte er die Gelegenheit, um ein helles Licht auf das Verdienst des dahingegangenen Freundes fallen zu lassen. Damit steht es im Einklange, daß er die Stiftung, der er sein wohl erworbenes Besitztum an den Betriebsmitteln der Jenaer Werkstätte großzügig abtrat, mit dem Namen seines Freundes benannt wissen wollte „zur dauernden Erinnerung an sein eigenartiges „Verdienst: geordnetes Zusammenwirken von „Wissenschaft und technischer Kunst auf seinem „besonderen Arbeitsfeld zielbewußt angebahnt zu „haben“. Es wird dazu wenig Vergleichsfälle geben, daß sich ein Mann in voller Arbeitskraft und Arbeitsfreude seines gesetzmäßig erworbenen Besitzes aus einem höheren Gerechtigkeitsempfinden heraus entäußert und der Stiftung dann den Namen seines Freundes beilegt. Aber *Abbe* war auch anders als wir anderen, und wenn er so *Carl Zeiß* die höchste Ehre erwies, die in seiner Macht lag, so wird dessen Persönlichkeit auch

Wert genug gehabt haben. Jedenfalls ist es lohnend, sich mit ihm für einige Zeit zu beschäftigen, um so mehr, als ich meine Leser bitte, im größten Teil des Aufsatzes mit *Abbes* Augen zu sehen und mit seinem Verstande Schlüsse zu ziehen.

Was bedeutet denn eigentlich der Ausdruck „ein geordnetes Zusammenwirken von Wissenschaft und Kunst auf dem Gebiete der optischen Technik“? Wir sind heute, bei den vielen großen optischen Anstalten, deren sich Deutschland erfreut, an ein geordnetes Zusammenarbeiten von Wissenschaft und Kunst als an etwas Selbstverständliches so sehr gewöhnt, daß wir uns kaum noch vorstellen können, daß auch eine ganz andere Beziehung zwischen diesen beiden geistigen Mächten möglich sei. *Abbe* hat darauf hingewiesen, daß ein solches Zusammenarbeiten auf dem Gebiete der Optik in originaler Weise an zwei Stellen und jedes Mal mit dem glänzendsten Erfolge planmäßig herbeigeführt worden sei, von *Joseph Fraunhofer* nämlich und von *Carl Zeiß*, und er nannte (Bd. 3, S. 66) die dabei befolgte Methode die *Fraunhofersche*.

So wie er damals vor Optikern sprach, wird man voraussetzen können, daß seine Meinung im wesentlichen verstanden wurde; an dieser Stelle wird es sich empfehlen, ein wenig genauer auf die Entwicklung der optischen Instrumente einzugehen, um dem Leser ein deutliches Bild dessen zu vermitteln, was *Abbe* gemeint hat.

Gewiß sind Fernrohr und Mikroskop beim Übergang vom 16. zum 17. Jahrhundert erfunden worden, und das Fernrohr wurde auch sehr bald in den Dienst der Wissenschaft, der astronomischen Forschung, gestellt. Bedeutende Gelehrte wie *Kepler* und *Des Cartes* beschäftigten sich mit ihm im Anfang des 17. Jahrhunderts, und gegen sein Ende hin hat *Newton* mit seinem Spiegelteleskop die Kenntnis gefördert. Neben ihm haben noch andere gescheite Köpfe und geschickte Hände das Ihrige getan, um die Leistung dieses Instruments zu erhöhen. Der bedeutendste Fortschritt des 18. Jahrhunderts wurde 1757/58 von *J. Dollond* mit der Achromatisierung des Fernrohrobjektivs geleistet, aber immer noch war von einer Anwendung der strengen Wissenschaft nicht die Rede, immer noch blieb der persönlichen Kunstfertigkeit, dem geschickten Probieren oder dem Tatonnement, ein großer Spielraum, und daneben war der optische Künstler in einer geradezu beschämenden Weise abhängig von den Glashütten, die — nicht für optische, sondern für technische Zwecke arbeitend — seine Anforderungen nur durch Zufallsstücke nebenher, wenn überhaupt, erfüllen konnten. Bei diesem Zustande bleibt es

¹⁾ Nachruf auf *Carl Zeiß*. Gehalten an seinem Sarge in der Garnisonkirche in Jena am 5. Dezember 1888. Ges. Abh. von *Ernst Abbe* Bd. 2, S. 339—341.

²⁾ Gedächtnisrede zur Feier des 50-jährigen Bestehens der Optischen Werkstätte. Gehalten am 12. Dezember 1896. Ges. Abh. von *Ernst Abbe* Bd. 3, S. 60—101.

erstaunlich, daß der ungleichmäßige Gang der Farbenzerstreuung in den beiden für die Achromasie notwendigen Glasarten, dem Kron und dem Flint, so gut als Ursache eines Farbenrestes erkannt wurde, und daß der Edinburgher Arzt *Robert Blair* 1791 an ein Abhilfsmittel gegen dieses sekundäre Spektrum denken konnte. Er beabsichtigte, die Linse aus Flint zu ersetzen durch eine Flüssigkeitslinse, deren Material etwa einen solchen Lauf der Zerstreuung zeigte, wie er im Kronglas vorhanden war; er bedachte dabei nicht, daß die Unmöglichkeit, in der Flüssigkeit Ungleichmäßigkeiten, Schlieren und Wellen, zu vermeiden, an Stelle des bekämpften Fehlers einen anderen, schlimmeren Mangel hätte einführen müssen.

Der Stand der Optiker, wie er uns beim Ausgang des 18. und um den Anfang des 19. Jahrhunderts entgegentritt, hat sich über ein gewisses Handwerkermaß nicht hinausgehoben. Den größten Ruf hatten damals die Fachleute der westlichen Länder, England und Frankreich. Man kennt um jene Zeit verschiedene optische Firmen, von denen hier die wohlbekannte Dollondsche Anstalt, *J. Ramsden*, *S. Pierce* und die Gebrüder *Jones* genannt seien. In Frankreich hatten die der Revolution folgenden Kriegsstürme bei den Pariser Optikern größere Änderungen hervorgerufen, doch kann man sich wohl ein Bild machen, etwa von *V. Chevalier*, der um diese Zeit und etwas später in seinem befähigteren Sohne *Ch. Chevalier* seinen Nachfolger anlernte, von *R. A. Cauchoix*, von *N. J. Secretan*, *P. Lerebours* und von *J. G. A. Chevallier*; aber alle diese Optiker waren stolz auf ihre durch erfolgreiches Probieren (*Tatonnement*) entstandenen Instrumente, an eine engere Verbindung mit der Wissenschaft haben sie nicht gedacht. Man führte die geläufig gewordenen achromatischen Fernrohr-objektive aus, wenn man glücklich genug gewesen war, brauchbares Flintmaterial zu erhaschen; man schliff, sobald sie verlangt wurden, auch neue Formen, wie beispielsweise die Wollastonschen periskopischen Brillengläser und Linsen zur *Camera obscura*, aber nichts berechtigt zu der Annahme, einer dieser Optiker — von den hier nicht namhaft gemachten zu schweigen — habe auf einer bemerkenswerten wissenschaftlichen Höhe gestanden.

Im deutschen Sprachgebiete lagen um diese Zeit die Verhältnisse zweifellos noch ungünstiger: der etwas deutlicher aus dem allgemeinen Dunkel heraustretenden Optikerfirmen gab es nicht gar viele. In Wien mag *Voigtländer* erwähnt werden, dessen Anstalt noch in der Folge wichtig werden soll und hier zu erwähnen ist; der Augsburger Künstler *Brander* war um diese Zeit schon gestorben, er hat wohl unter den deutschen Optikern den weitestverbreiteten Ruf besessen, scheint sich aber auch nicht wesentlich über einen Betrieb in den alten ausgefahrenen Bahnen erhoben zu haben. Von dem Schwaben *Tiedemann* wissen wir nur

sehr wenig, er hat sicher keine große Bedeutung gehabt. In der Meßstadt Leipzig muß der Universitätsoptiker *Hofmann* und die Brillenfabrik des Magisters *Tauber* eine gewisse Rolle gespielt haben. Für Berlin und seine Umgebung bereitete sich durch das Heraufkommen der Rathenower Werkstätte von *Duncker* und *Wagner* sowie durch das Einarbeiten eines gut unterrichteten Liebhabers, des späteren Geheimen Rats *Pistor*, wohl ein Umschwung vor, aber er lag noch in weitem Felde.

Daß diese Schilderung im wesentlichen zutrifft, folgt aus dem Bericht über die 1804 angetretene Studienreise nach süddeutschen optischen Anstalten, den der bayerische Staatswirt *J. Utzschneider* bei einer späteren Gelegenheit abgestattet hat. In dem gleichen Jahre hatte er sich mit dem hervorragenden Mechaniker *Reichenbach* und einem Uhrmacher *Liebherr* zur Begründung eines mathematisch-mechanischen Instituts in München verbunden, einer Werkstätte für den Bau astronomischer und geodätischer Instrumente. Jene Reise sollte ihm die vorhandenen optischen Werkstätten Süddeutschlands, ihre Bezugsquellen für das Rohmaterial und ihre Leistungen zeigen: nach *Utzschneiders* ganzem Wesen kann man es als sehr wahrscheinlich hinstellen, daß er tüchtige Kräfte in seinen Dienst gezogen haben würde. Der Eindruck, den er erhielt, war ganz trostlos, namentlich die Beschaffung des Rohmaterials lag ganz im Argen, und so fügte es sich, daß er zur Abhilfe dieses Mangels den Tischler *Guinand* aus Neuchâtel, der schon damals das Glasschmelzen erwerbsmäßig betrieb, wenn er Aufträge erhielt, mit seinem ältesten Sohne *Aimé* entweder in seine Dienste zog oder doch mindestens ihrer Reise nach seinem optischen Institut in Benediktbeuren keine Hindernisse in den Weg legte. Welche Aufgabe er damit übernahm, konnte er damals nicht wissen; er wird die Sicherung des notwendigen Rohstoffs als gelungen angesehen haben.

Hier kann wieder an die Abbesche Darstellung angeknüpft werden, die er in seiner Gedächtnisrede auf *Fraunhofer* gegeben hat. Während die mechanischen Konstruktionen unter *Reichenbachs* Leitung rüstig fortschritten, ließ sich in allem, was das Glas betraf, sowohl bei seiner Erzeugung wie bei seiner Verarbeitung durchaus nichts erreichen, was über das Mittelmaß hinausging. Der Grund lag daran, daß einmal *Guinand* trotz unleugbarer Verdienste seiner Sache durchaus nicht sicher war, und daß viele Schmelzen mißbrieten, und daß sich ferner allem Anscheine nach der leitende Optiker *Niggli* in keiner Weise für seinen Posten eignete. Ihm war als junger Gehilfe der damals 20-jährige *Fraunhofer* unterstellt, doch wurde seine Bedeutung bald erkannt und ihm zuerst die Verarbeitung des von *Guinand* gelieferten Rohstoffs, dann auch die Erzeugung des Rohstoffs selbst anvertraut.

Alles dies geschah in einem überaus glücklichen Zusammenarbeiten des wahrhaft großzügigen

Organisators *Utzschneider* mit den genialen Erfindern *Reichenbach* und *Fraunhofer*. Hier zeigte sich schon die Überlegenheit einer Betriebsorganisation, die, mit den Worten *Abbes*, „die weit „größere, durch nichts anderes zu ersetzende Überlegenheit verleiht, indem sie gänzlich verschiedene Kräfte, die nie in einer Person vereinigt sein können, die vielmehr von ganz verschiedenen Personen mit verschiedenen Fähigkeiten und verschiedener Ausbildung getragen werden, in solcher Art zum Zusammenwirken bringt, daß sie sich gegenseitig ergänzen und dadurch den wirtschaftlichen Effekt riesenhaft gesteigerter „Körperkraft und geistiger Potenz hervorbringen“. Den handwerksmäßig geleiteten Kleinbetrieben gegenüber war also der *Utzschneiderschen* Gründung von vornherein ein gewaltiger Vorsprung gesichert. Was dabei auf *Fraunhofer* zurückgeht, das hat *Abbe* (Bd. 3, S. 69) als *Fraunhofersche* Methode eingeführt und in den folgenden drei Punkten zusammengefaßt: „als „ersten Schritt die Reform der Technik der praktischen Optik, die Vervollkommnung der Methoden technischer Arbeit, als zweiten die Vertiefung und Ergänzung der theoretischen Grundlagen, welche die Behandlung der Aufgabe brachte, und als letzten die Reform der praktischen Grundlagen, der Bedingungen für die Beschaffung des Rohmaterials, des optischen „Glases“. Denn das stellte sich für *Fraunhofer* bald heraus, daß das nächste Ziel *Guinands*, die Erzeugung von brauchbarem Flintglas, durch Probleme ersetzt werden müsse, die viel weiter ausgriffen. Gewiß hat auch *Fraunhofer* die mechanischen Anforderungen, die Gleichmäßigkeit und die Haltbarkeit des Rohstoffes nicht ungefordert gelassen, aber sein Hauptverdienst liegt doch auf einem anderen Gebiete. Wie es durch seine Verwertung der dunklen Linien des Sonnenspektrums möglich wurde, die optischen Eigenschaften der Glasschmelze zahlenmäßig anzugeben und in der Rechnung zu verwerten, so konnte er auch die Anforderungen genau bestimmen, die zwei Glasarten erfüllen müssen, wenn durch sie das sekundäre Spektrum vermindert oder aufgehoben werden soll. Und er tat den zweiten Schritt und ging daran, in der Benediktbeurer Hütte solche Glaspaaire auch zu verwirklichen.

Wenn er so den besten Köpfen seines Fachs um Jahrzehnte voraus war, ist es da ein Wunder, daß seine Instrumente völlig ohnegleichen standen? Es ist gar nicht zu sagen, wie weit *Fraunhofer* die optische Kunst würde haben fördern können, wenn er nicht schon 1826, noch nicht 40-jährig, ins Grab gesunken wäre. Auch *Reichenbach* war ziemlich zu gleicher Zeit gestorben, und für die Münchener Anstalt bedeutete beides einen unersetzlichen Verlust.

Es stimmt mit dieser Schilderung überein, daß die konkurrierenden Werkstätten, namentlich die des Auslandes, gar nicht einmal versuchten, etwa auf *Fraunhofers* Bahnen zu wandeln: so weit war

das Verständnis noch lange nicht entwickelt. Man gab sich nur damit ab, brauchbaren Rohstoff herzustellen, was auch schließlich — nicht ohne Benutzung der unmittelbaren, durch *Guinands* Söhne vermittelten *Fraunhoferschen* Tradition — in der Westschweiz und später in Frankreich gelang.

Immerhin sollte nicht sehr lange nach *Fraunhofers* Tode ein optischer Fortschritt durch eine neue Aufgabe angebahnt werden, allerdings zunächst unvollständig gelöst bleiben. Die Erfindung der Photographie, die 1839 zuerst in Frankreich, sodann in England veröffentlicht wurde, erforderte gebieterisch ein neues optisches System zu ihrer weiteren Ausbildung und Ausübung; ein solches mußte bei einem ziemlich großen Öffnungsverhältnis der abbildenden Büschel ein wesentlich weiteres Feld beherrschen als die altbekannten Instrumente, das Mikroskop und das Fernrohr.

Durch einen merkwürdigen Zufall wurde diese Aufgabe 1840 dem damals 34-jährigen Wiener Physiker *Joseph Petzval* nahe gebracht, und er löste sie auf Grund tiefgehender — leider unveröffentlicht gebliebener — Berechnungen. Die Angaben für die neuen Systeme (es handelte sich um zwei, einen Satz bildende Objektive) übergab er der alten Wiener Firma *Voigtländer* zur Ausführung, und zwar ohne daß er oder *Voigtländer* den ungemein hohen Geldwert dieser Gabe damals irgend hätten schätzen können. Aber der Mensch soll gedankenlos keine Geschenke geben, und am wenigsten soll es der Geschäftsmann: es wird sich zeigen, daß hierin der Anlaß zur Trennung lag. Man sollte zwar glauben, daß hier gleichsam von selbst eine Menge der Bedingungen gegeben waren, deren Verbindung in München so günstig gewirkt hatte: es handelte sich um das Zusammenwirken eines das gewöhnliche Tüchtigkeitsmaß überschreitenden Technikers mit einem Theoretiker von ganz hohem Range; zwar wurde — soweit wir wissen — keine Reform der Technik versucht, aber der zweite *Abbesche* Punkt, die Vertiefung und Ergänzung der theoretischen Grundlagen, war entschieden vorhanden, und dem letzten, der Beschaffung des Glasmaterials, wäre man wohl noch näher getreten, wie sich sogleich wahrscheinlich machen lassen wird. Aber es kam so weit gar nicht, die vielversprechende Verbindung löste sich über der jämmerlichen Frage der Gewinnverteilung schon 1843 auf, und der damals entstandene Groll zwischen beiden Sozien entlud sich etwa 15 Jahre später in einer überaus peinlichen Weise bei dem Streit um ein — übrigens in seiner Grundlage verfehltes — Objektiv *Petzvals*.

Inzwischen beschäftigte sich *Petzval* mit der Verbesserung des Nebelbilderapparates und mit Scheinwerferproblemen in einer Weise, von der man aus den Schilderungen *Hugo Schröders* einen sehr günstigen Eindruck erhält. 1854 nahm er auch, diesmal mit dem Wiener Optiker *Dietzler*, die Herstellung seines weltberühmten Porträtob-

jektivs auf, und es ist sehr anziehend, zu verfolgen, wie er durch eine zweckmäßige Glaswahl seine neue Kenntnis der aktinischen Wirksamkeit verschiedener Spektralbezirke mit den alterprobten Formen seines Objektivs zu vereinen vermochte. Er führte nämlich an Stelle eines leichten (gering zerstreuernden) Kronglases bewußt ein schwereres (stärker zerstreuerndes) Kron, aber von gleichem Brechungsindex ein und benutzte so zweckmäßig die geringe und von den Glashütten unbewußt zur Verfügung gestellte Möglichkeit einer Glaswahl. Er ist dann etwas später — möglicherweise durch *L. Seidels* weiter unten noch anzuführende Bemerkung — zu einer Berücksichtigung der festen Verbindung gekommen, in der zu seiner Zeit hohes Zerstreungsvermögen nur mit einem hohen Brechungsverhältnis (Fall des Flintglases) und niedriges nur mit einem niedrigen (Fall des Kronglases) vergesellschaftet war. Daraus ergab sich ihm die Unmöglichkeit, bei (dünnen) verkitteten Sammelsystemen die Ebenung des photographischen Feldes zu erreichen. Aller Wahrscheinlichkeit nach aber hat er später — wir sind darüber nicht durch seine Schriften, sondern durch ein ihm zugeschriebenes, sehr spät untersuchtes¹⁾ System unterrichtet — nicht nur versucht, die anastigmatische Bildfeldebene in einem sphärisch und chromatisch korrigierten System herbeizuführen, sondern ist auch seinem Ziele bemerkenswert nahe gekommen. Indessen hat ihn wohl die Ungunst der Verhältnisse, denn auch seine Verbindung mit *Dietzler* führte zu keinem Geschäftserfolg, verhindert, die neue, noch nicht verzeichnungsfreie Linsenanordnung weiter zu verbessern und auf den Markt zu bringen.

Wenn ich nun noch erwähne, daß er für seine große Scheinwerferlinse mindestens selbständige Kühlversuche machte, so wird man verstehen, daß er gar nicht so sehr weit davon entfernt war, in die Fabrikation des Rohstoffes einzugreifen, wofür ihm sicherlich nicht die Fähigkeit mangelte, verständige Aufgaben zu stellen. Gewiß waren damals in Wien keine Hütten für optisches Glas vorhanden, aber es wird sich zeigen, daß für die Lösung solcher Aufgaben an bestehende Fabriken optischen Glases überhaupt nicht angeschlossen werden konnte. Und einen so weit ausholenden Schritt hat, soweit wir unterrichtet sind, *Joseph Petzval* nicht versucht. Somit fehlt dem genialen Schöpfer des ersten photographischen Objektivs nicht allein die erste, sondern auch die dritte der von *Abbe* hervorgehobenen Bedingungen.

Wenigstens einige Worte seien auch der zweiten Werkstätte gewidmet, die für das photographische Objektiv von ausschlaggebender Bedeutung ge-

worden ist, der Steinheilschen Anstalt in München. Hier hatte im Jahre 1855 der weitbekannte Physiker *Carl August Steinheil* eine optische Werkstätte gegründet, in der er gleich von Anfang an seinen Sohn *Hugo Adolf* mit Rechenarbeiten beschäftigte. Ziemlich bald ging die Anstalt dazu über, neben Fernrohren auch photographische Objektive herzustellen, und zwar arbeitete auf diesem Gebiete der Münchener Astronom *L. Seidel* mit dem bemerkenswertesten Erfolge an der Vertiefung der Theorie. Er ging wohl zum Teil dieselben Wege, die *Petzval* im Anfang der vierziger Jahre beschritten hatte, aber *Seidel* erwarb sich den besonderen Dank der Fachgenossen, indem er im Jahre 1856 seine Herleitung in aller Vollständigkeit veröffentlichte. In einer auf *Petzvals* Vorgängerschaft bezugnehmenden Anmerkung besprach er weitblickend die Einengungen, denen der ausführende Optiker infolge der beschränkten Auswahl unter den Rohstoffen unterworfen sei, aber es wurde damals allem Anschein nach kein Versuch gemacht, durch eine eigene Glasfabrikation die Schranken zu erweitern. Auf dem so gegebenen Boden aber war das Steinheilsche Haus, dessen technischer Leiter *Hugo Adolf* sich allmählich zu einem anerkannten Vorbild in der trigonometrischen Durcharbeitung optischer Systeme herangearbeitet hatte, für Neuerungen an photographischen Objektiven bis in die achtziger Jahre hinein schlechthin ausschlaggebend. Diese berühmte Anstalt hatte also von den Abbeschen Forderungen damals alle bis auf die letzte, den Angriff der Glasverbesserung, erfüllt.

Bevor ich nun auf *Carl Zeiß* näher eingehe, möchte ich — etwas vorausgreifend — einer sehr bemerkenswerten optischen Betätigung in England einige Worte widmen, bei der, im Gegensatz zu den beiden in Wien und München verwirklichten Bestrebungen, allein den Fortschritten der Glastechnik Beachtung geschenkt wurde.

Wie man aus einzelnen Bemerkungen in der Zwischenzeit schließen kann, war in England das Fraunhofersche Problem, ein Glaspaar mit übereinstimmendem Gange der Dispersion zu erzeugen, nicht vergessen worden. Als nun bei der Versammlung des englischen Naturforschertages im Jahre 1862 der bedeutende Physiker *G. G. Stokes* die Bekanntschaft eines Liebhaberglasschmelzers machte, tat er sein möglichstes, diesen, einen Geistlichen *William V. V. Harcourt*, auf die optische Aufgabe hinzuweisen und ihm seine eigene Mitarbeit bei der Messung der optischen Konstanten zur Verfügung zu stellen. Die Aufgabe wurde mit Eifer gefördert, und in 166 Versuchsschmelzen waren sehr verschiedene Stoffe in glasartige Verbindungen eingeführt worden. Noch kurz vor seinem Tode gelang es *Harcourt*, einige Scheiben neuer Glasarten herzustellen, und an ihnen hat *Stokes* in Gemeinschaft mit dem Mathematiker *Hopkinson* gegen den Anfang der siebziger Jahre gearbeitet. Ein etwas größerer Ver-

¹⁾ Wer sich dafür interessiert, kann Näheres in meinem Aufsatz *Max Josef Petzval*, Ztschr. f. Instrkde. 1907, Bd. 27, S. 1—6, mit 4 Textfig. und 1 Tfl., nachlesen.

such mit einem Titan-Silikat-Glas, zu dem sich die englische Hütte für optisches Glas bewegen ließ, führte nicht auf das gehoffte Ergebnis, und so legte man diesen Versuch mit den daran geknüpften Hoffnungen zu den Akten.

Hier hatte wohl die Verbesserung der Technik gefehlt, und wie es mit der Vertiefung der theoretischen Kenntnisse stand, ist uns nicht überliefert, aber an dem glastechnischen Problem, wie es *Fraunhofer* gestellt hatte, ist wenigstens mit Eifer, wenngleich ohne sichtbaren Erfolg, gearbeitet worden.

Wenden wir uns nun wieder dem Jenaer Betriebe zu, so wurde er von *Carl Zeiß* im Jahre 1846 begründet, und dieser hat sich nach *Abbes* Schilderung (Bd. 3, S. 64) bald auf das Zureden des Jenaer Biologen *J. Schleiden* hin der Anfertigung von Mikroskopen zugewandt. Er nahm diese Aufgabe in Angriff ganz nach der Weise der damaligen Zeit und versuchte durch geschicktes Probieren und durch verständige Beurteilung der so erzielten Änderungen, also auch auf dem Wege des Tatonnements, zu guten Mikroskopsystemen zu kommen. Aus *Schleidens* Äußerungen teilte *Abbe* (Bd. 3, S. 74) mit, daß die junge Werkstatt schon bald brauchbare Leistungen aufzuzeigen hatte, aber ihren Begründer befriedigte das mit nichten: er sagte sich, daß es einen anderen Weg geben müsse; da doch die Eigenschaften des Rohstoffs zur mathematischen Verwendung genau genug angegeben werden könnten, so müsse man imstande sein, durch Anwendung mathematischer Methoden das System des Mikroskops vorher festzulegen; dem ausführenden Optiker bliebe nachher weiter nichts übrig, als die Angaben des mathematischen Konstrukteurs mit möglichstster Genauigkeit zu verwirklichen. Gleichsam in einer Vorahnung legte er schon früh, obwohl ihm der mathematische Mitarbeiter fehlte, alles darauf an, in seiner Werkstatt eine möglichst genaue Formgebung heimisch zu machen; völlig unabhängig von *Fraunhofer* wurde dabei das wichtige Prüfungsverfahren durch das Probierglas, eine Anwendung der Newtonschen Farbenringe, neu erfunden und dauernd verwendet. Ein erster Versuch mit einem Jenaer Privatgelehrten mißlang durchaus, ohne daß sich *Zeiß* indessen entmutigen ließ, und etwa um das Jahr 1866 (das Datum steht nicht genau fest) versuchte der damals 26-jährige Privatdozent *Ernst Abbe*, den Gedanken des 50-jährigen Meisters *Zeiß* zu verwirklichen. Zunächst handelte es sich um die Vertiefung der theoretischen Grundlagen. Dabei hatte er eine Aufgabe zu lösen, die über die seinerzeit von *Fraunhofer* erledigte noch hinaus ging. Da im Gegensatz zu den Anwendungen von Fernrohr und photographischem Objektiv bei dem Mikroskop die Abbildung von Objekten verlangt wird, deren Ausmaße nicht mehr große Vielfache der Lichtwellen sind, so mußte er diese besonderen Bedingungen erst genauer untersuchen und feststellen, ehe er

an die Berechnung der neuen Konstruktionen gehen konnte. Somit mochte *Abbe* (Bd. 3, S. 69) wohl betonen, daß die Neuaufnahme der *Fraunhoferschen* Forderung bei dem Mikroskopproblem zu wichtigen Ergänzungen der früheren Arbeit führen mußte, so daß nun erst. — mit *Abbes* eigenen Arbeiten. — eine vollständige Beherrschung des ganzen optischen Feldes möglich wurde.

Die ersten auf Grund der neuen Erkenntnis berechneten und ausgeführten Konstruktionen wurden 1872 auf den Markt gebracht. Eifersucht und Dünkel sträubten sich dagegen zuerst in recht possibler Weise — *Abbe* berichtet (Bd. 3 S. 67), man habe in den ersten 10 Jahren danach die Mikroskopobjektive bestimmter Werkstätten etwa damit empfohlen, daß man hervorhob, sie seien *nicht* wie in Jena gebaut —, und erst von der Mitte der achtziger Jahre ab wurde dieser Widerspruch gänzlich als unwirksam aufgegeben. Aber auch so war der äußere Erfolg zu *Abbes* Erstaunen recht bemerkenswert, da er sich von seiner mühsamen Tätigkeit niemals einen hohen wirtschaftlichen Gewinn versprochen hatte. Von seiner mühsamen Tätigkeit: das richtig zu beurteilen wird nur dem möglich sein, der sich selbst praktisch mit Mikroskopberechnungen abgegeben hat und daran denkt, daß *Abbe* diese unerhörte Arbeit ohne Hilfskräfte zu leisten hatte.

Wenn schon vorher darauf hingewiesen wurde, wie namentlich *Petzval* in den sechziger Jahren Rechnungen anstellte, um trotz der Ungunst der Glaswahl doch zu dem von ihm erstrebten Ergebnis zu kommen, so wird man es von vornherein für wahrscheinlich halten, daß auch *Abbe* bald auf die Beschränkungen aufmerksam werden mußte, die ihm durch die geringe Auswahlmöglichkeit des Rohstoffes auferlegt wurden. Und so ist es auch in der Tat gewesen. Schon im Anfang der siebziger Jahre berichtet er, er habe alle Kron- und Flintarten des ausländischen Marktes genau durchgemessen, um erst einmal einen Überblick über die Lage zu bekommen. Dann hat er (Bd. 3, S. 72) die Erzeuger des Rohstoffes für fortgeschrittene Aufgaben der Optik zu interessieren versucht, wie man heute wohl versteht, ohne Erfolg. Sodann aber hat er jahrelang „sozusagen noch Phantasieoptik betrieben, Konstruktionen in Erwägung gezogen „mit hypothetischem Glas“. Das Mittel, diese Phantasien gelegentlich zu verwirklichen, bot die Verwendung von Flüssigkeitslinsen. Dabei ist nicht etwa an eine Aufnahme dieses Mittels in die regelmäßige Fabrikation etwa im *Blairschen* Sinne gedacht worden, sondern die größere Auswahl sowohl hinsichtlich des Ganges der Dispersion wie überhaupt der Verbindung von mittlerer Brechung und Zerstreuung, wie sie die Flüssigkeiten boten, vermittelte den beiden Leitern des Jenaer Unternehmens gelegentlich wohl einen Blick in das gelobte Land der Zukunft, wo Glashütten lagen, die sich mit solchen Aufgaben erfolgreich beschäftigten. Wer sich für Einzel-

heiten dazu interessiert, mag meinen Nachruf¹⁾ auf *Abbe* nachlesen; er wird dann erkennen, daß diese Arbeit von *Abbe* allein geleistet wurde, wie das nach der Natur des von ihm bearbeiteten Gebiets auch nicht anders sein konnte. Immerhin aber hat *Zeiß* an diesen Bestrebungen und Versuchen lebhaften Anteil genommen und auch in hohen Jahren nicht gezögert, Opfer zu bringen, als es hieß, selbst eine Glashütte zu errichten, um jene Blümenträume zur Wirklichkeit reifen zu lassen.

Zunächst, um den Beginn der siebziger Jahre, war man aber noch lange nicht soweit. Schon 1874, ganz ausführlich aber 1876/78, bei der Besprechung der Mikroskope auf der Londoner Ausstellung hat *Abbe* auf die Notwendigkeit hingewiesen, solche Glasflüsse herzustellen, bei denen das mittlere Brechungsverhältnis zur Zerstreuung in einem anderen Verhältnis stünde als bei den gangbaren Arten von Kron und Flint, wenn die meisten optischen Instrumente in ihren Leistungen verbessert werden sollten. Es ist das eine Forderung an die Schmelzkunst, die sich der alten *Fraunhoferschen*, gleichmäßigen Ganges der Zerstreuung in den beiden Teilen eines Glaspaars, durchaus gleichwertig an die Seite stellt, und die, als sie endlich durch *O. Schott* im Jenaer Glaswerk erfüllt worden war, namentlich für die Verbesserung des photographischen Objektivs von der allergrößten Bedeutung geworden ist. Er wies bei jener zweiten Veröffentlichung auf den *Stokes-Harcourtschen* Versuch hin, dessen Mißlingen ihm sicherlich betrüblich genug gewesen sein wird. Immerhin aber hat *Abbe* (Bd. 3, S. 72) selber jener Phantasieoptik doch ein hohes Lob spenden können: „Und diese fast widerwillige Beschäftigung mit der Frage, die Verfolgung von „Konjekturen, die man damals kaum ernst nahm, „hat unbewußt nachherigem Fortschritt auch in „dieser Richtung ebenso wirksam vorgearbeitet, „wie es eine bewußte, planmäßige Behandlung „kaum besser hätte tun können. Denn auch in „diesem allerdings absonderlichen Verfahren bestim- „mten sich schon alle Ziele und markierten „sich schon alle Richtungen für eine zukünftige „Reform der Glastechnik auf wissenschaftlicher „Grundlage. Dem späteren wirklichen Anfang „war damit jedes Herumtasten nach Ziel und „Richtung erspart. Für den ideenreichen und „tatkräftigen Mann, den zu Anfang der achtziger „Jahre die dunkle Ahnung seines eigentlichen „Berufs in unseren Kreis geführt hat, bedurfte „es jetzt nur ganz kurzer Zeit, um nicht allein „alles, was durch den frühen Tod *Fraunhofers* verloren gegangen war, zu erneuern, sondern an Hand „der allgemeineren Aufgabenstellung, die der Ausgang vom Mikroskopproblem einschloß, in wichtigen Punkten über die Ziele *Fraunhofers* hinauszugelangen — so daß schon im Frühjahr

„1887, als wir auch in unserem Kreis das Andenken *Fraunhofers* feierten, gesagt werden „durfte: die Wiedererneuerung seiner verloren gegangenen Kunst und ihre Fortentwicklung in „seinem Geist sei der unverwelkliche Lorbeer, den „zu seinem 100-jährigen Geburtstag unser Jena „an seinem Grabe niederzulegen habe.“ Und in der Tat konnten, wie *Abbe* hierin andeutete, durch die Tätigkeit von *Otto Schott* überraschend schnell die Grundlagen zu dem heutigen Jenaer Glaswerk gelegt werden. Mit dem Januar 1881 begann *Schott* seine Arbeit, und schon im Herbst 1884 war bereits von *Abbe*, *Schott* und *Zeiß* (Vater und Sohn) das Jenaer Glaswerk betriebsfähig hergestellt worden. Die Durchführung der sehr kostspieligen Versuche im fabrikatorischen Maßstab hatte eine Unterstützung vom preußischen Staate ermöglicht, und im Juli 1886 war man so weit, die erste Preisliste der neuen Rohstoffe erscheinen zu lassen.

In dem gleichen Jahre waren auch die von *Abbe* berechneten Apochromatobjektive erschienen, und *Carl Zeiß* erlebte noch die Freude, das Instrument bis zur Vollendung gebracht zu sehen, an dessen Verbesserung er sich so lange gemüht hatte.

Abbe (Bd. 3, S. 79) hat die ersten 30 Jahre der Jenaer Werkstätte, also die Zeit bis in die Mitte der siebziger Jahre hinein, als die Periode des grundlegenden Aufbaues angesehen, er hat dann das vierte Jahrzehnt mit seiner Entwicklung der Glashütte und der Verwendung ihrer Erzeugnisse zum Bau der Apochromatobjektive bezeichnet als nötig zur Sicherung des Erreichten, sei es durch die allgemeine Anerkennung der Güte der Ausführung, sei es durch die Erweiterung der Anstalt über den Rahmen des Kleinbetriebes hinaus. Und schließlich begann nach ihm etwa mit dem Jahre 1886 die Ausdehnung der Produktion auf andere optische Gebiete, eine Erweiterung, die nach *Zeißens* Tode noch große und wichtige Bezirke der optischen Instrumente in das Bereich eigener Erzeugung gezogen hat.

Wenn nun *Carl Zeiß* in der ersten Periode in der Mitte des Betriebes stand, in der zweiten an ihm noch Anteil nahm, so hat *Abbe* seine eigene Arbeit an der Entwicklung der Werkstätte bei der Jubiläumsrede fast ganz mit Schweigen übergangen. Darauf hat *S. Czapski* in einzelnen Anmerkungen zum Text, namentlich aber im Vorwort zum dritten Bande von *Abbes* gesammelten Abhandlungen (auf S. VI) ausdrücklich hingewiesen. Daß es sich so verhält, steht außer Zweifel: die Tätigkeit seiner Freunde und Mitarbeiter *Carl Zeiß* und *Otto Schott* hat er wohl geschildert oder doch berührt, die eigene hat er möglichst übergangen oder gar dem Begründer zugeschoben. Es stimmte das zu seinem ganzen Wesen, dem nichts so fern lag als die Verkündung des eigenen Ruhms. Und noch eins läßt sich daraus entnehmen, die Gewißheit, daß es sich bei der Geschäftsverbindung der beiden Männer um

¹⁾ Ernst Carl Abbe, Ztschr. f. Instrkde. 1905, Bd. 25, S. 61—69, mit 1 Tfl.

ein wirklich schönes und ideales Verhältnis gehandelt habe, in dessen Anerkennung *Abbe* bei seiner Gedächtnisrede und in der Stiftungs-urkunde den Namen seines alten Sozias allein eintreten ließ als Urheber der Leistungen, die doch aus der Verbindung beider geflossen waren.

Das mag auch hier den Schluß abgeben: auch weiteren Kreisen wird der bescheidene Begründer der Jenaer Werkstätte dastehen als ein Wahrzeichen nicht allein für eine folgenreiche Aufgabenstellung, sondern auch für ein vorbildliches Streben, die Lücken der eigenen Begabung durch Heranziehung anderer zu ergänzen, und für ein musterhaftes, in Redlichkeit und billigem Sinn begründetes Verhältnis zu seinem Mitarbeiter.

Über die sogenannten Bakterienmutationen.

Von Prof. Dr. Ernst Lehmann, Tübingen.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde durch die für die Bakteriologie grundlegenden Untersuchungen des Breslauer Botanikers *Ferdinand Cohn* die Lehre *Billroths*, *Halliers* und *Naegelis*, nach welcher sich sämtliche Bakterienformen ineinander zu verwandeln imstande sein sollten, beseitigt; an ihre Stelle trat die von *Cohn* verfochtene Anschauung, daß auch die Bakterien, wie die übrigen Pilze und höheren Pflanzen, in verschiedene Arten gegliedert seien. Diese „Lehre von der Spezifität“ der Bakterien wurde sodann vor allem von *Robert Koch* ausgebaut und mit ungewöhnlichem Erfolg zur Grundlage seiner epochemachenden Entdeckungen verwendet. Während aber *Cohn* von Anfang an die große Variabilität der von ihm geforderten Bakterienarten betonte, entwickelte sich im Laufe der folgenden Jahrzehnte, in denen das Studium der Bakterien mehr und mehr den eigentlichen Biologen entglitt und in die Hände von Praktikern überging, die Lehre von der Spezifität der Bakterien zu einem Dogma ihrer absoluten Konstanz, welches wohl zeitweise zur Vermeidung weiterer Zersplitterung der Bakterien zweckmäßig gewesen sein mochte, sicher aber ihrem Schöpfer durchaus ferngelegen hatte. Zwar hatten manche Autoren auch in dieser Zeit die Variabilität der Bakterien nicht ganz aus den Augen verloren (z. B. *Gruber*, *Firtsch*, *Kruse*), andere, wie *Lehmann* und *Neumann*, in ihrem bekannten Grundriß die Variabilität der Bakterien sogar stark betont. Im allgemeinen aber war das Dogma der Konstanz den meisten Bakteriologen so in Fleisch und Blut übergegangen, daß *Massini* im Jahre 1907, als unter dem Drucke des Studiums der Variabilitätsverhältnisse bei höheren Pflanzen die Variation der Bakterien erst eingehender beachtet zu werden begann, seinen aus dem *Neißerschen* Institut hervorgegangenen Aufsatz folgendermaßen einleitete: „Mit Beobachtungen über Variabilität von Bakterien in die Öffentlichkeit

zu treten, scheint heute für einen Bakteriologen verwunderlich!“

Mit seinem von ihm selbst damals als so „verwunderlich“ bezeichneten Beitrag zur Variation der Bakterien hat nun aber *Massini* eine neue Epoche der Biologie der Bakterien eingeleitet, welche im Zeichen der „Variabilität“, zugleich aber auf dem Boden strenger „Spezifität“ steht. Das Schlagwort für diese Variabilitätsstudien ist, seitdem es von *Neißer* und *Massini* der Botanik entlehnt und in die Bakteriologie eingeführt wurde, *Mutation*. Dem Studium der sogenannten „Bakterienmutationen“ wurden in allererster Linie in der medizinischen Bakteriologie seit dem Jahre 1907 außerordentlich zahlreiche Arbeiten gewidmet. Es ist hier naturgemäß nicht möglich, auf alle Einzelheiten hinzuweisen. Wem es auf diese ankommt, der sei auf *Eisenbergs* Sammelreferat über Bakterienmutationen (Ergebnisse der Bakteriologie 1914) verwiesen, wo auch fast sämtliche Literaturzitate zu finden sind. Uns liegt hier nur daran, die wichtigsten Ergebnisse herauszuheben und die Hauptlinien zu zeichnen, längs denen sich der Begriff der Mutation in der Bakteriologie entwickelt hat.

Nachdem *Neißer* 1906 auf der 1. Tagung der Mikrobiologischen Vereinigung in Berlin die Hauptergebnisse der von ihm *Massini* übertragene Studien dargelegt hatte, berichtet *Massini* im folgenden Jahre selbst eingehend über diese. *Massini* beobachtete, wie innerhalb gewisser Kolonien eines aus enteritischem Stuhl erzogenen *Colistammes*, der anfangs Milchzucker nicht zu vergären imstande war, auf fuchsinmilchzuckerhaltigem Agar (Endo) rote Knöpfchen auftraten. Diese bestanden aus Bakterien, welche in allen Eigenschaften dem ursprünglichen *Colistamm* glichen, nur eine starke Gärwirkung auf Milchzucker auszuüben imstande waren, die sich durch die Rötung des Endonährbodens aussprach. Das Auftreten dieser, dem beobachteten *Colistamm* ursprünglich nicht eigentümlichen Fähigkeit der Milchzuckervergärung wird von *Neißer* und *Massini* mit dem von *de Vries* für die Neubildung von Arten eingeführten Ausdruck „Mutation“ bezeichnet. Bemerkenswert ist, daß die „mutierten“ Bakterien nun dauernd Milchzucker, auch nach Umpfung sofort weiter, vergären konnten, während bei Impfung von den nicht „mutierten“ Teilen der Kolonien anfangs keine solche Fähigkeit vorliegt, in einiger Zeit aber durch Knopfbildung auch hier die Milchzuckervergärungsfähigkeit erlangt werden kann. Wir lassen im folgenden vorerst jede weitere Erörterung des Begriffes der Mutation beiseite und sehen uns nach weiteren, als Mutationen beschriebenen Bakterienvariationen um.

Schon im Jahre 1908 berichtet *Burk* über einen ganz analogen Fall einer „Gärungsmutation“ für Milchzucker bei einem anderen, ebenfalls aus den *Faeces* isolierten *Colistamm*. Gleich von vornherein mußte es klar sein, daß die wiederholte

Feststellung einer solchen Veränderung des Gärungsvermögens für Kohlehydrate, speziell für Milchzucker innerhalb der Colityphusgruppe von größter Bedeutung sein konnte; dient ja gerade das Vorhandensein oder Fehlen der Gärfähigkeit für Milchzucker als Hauptdiagnostikum in dieser Gruppe.

Es war aber vorerst gegen die Untersuchungen *Neißers* und *Massinis* sowohl als gegen diejenigen *Burkes* noch ein bedeutsamer Einwand vorzubringen. Da in beiden Fällen die Ausgangskulturen durch das Plattenverfahren, wenn auch mittels wiederholter Uimpfungen, gewonnen waren, so war noch nicht garantiert, daß es sich bei den beobachteten Neubildungen nicht etwa nur um Verunreinigungen handelte. Bei den üblen Erfahrungen, welche die Bakteriologie seit langem mit der Beschreibung von Neubildungen gemacht hatte, war die äußerste Skepsis am Platze, und es wurde mit Recht verlangt, daß diese Versuche mit einem Einzelbakterium als Ausgang wiederholt werden mußten, um als beweisend angesehen werden zu können. Mit Hilfe des Burrischen Tuschepunktverfahrens wurde diese Forderung zuerst von *Benecke*, später von zahlreichen anderen Forschern (*Reiner Müller*, *Kowalenko* usw.) erfüllt, so daß nun kein Zweifel mehr obwalten kann, daß es Coliformen, die die eben beschriebenen Variationsvorgänge aufweisen, gibt.

In den nächsten Jahren häuften sich nun gar bald ähnliche Untersuchungen, welche Umbildungen der Gärfähigkeit von Bakterien zum Gegenstande hatten. 1908 beschrieb *Burri* Coliformen, welche in ganz ähnlicher Weise die Vergärfähigkeit von Saccharose gewannen, wie diejenigen *Massinis* für Milchzucker. Vor allem aber war es *Reiner Müller*, welcher die Bakterien der Colityphusgruppe auf die Gärfähigkeit gegenüber zahlreichen Sorten von Zuckern, höheren Alkoholen usw. durchuntersuchte und dabei noch verschiedentliche, als Mutation gedeutete Umbildungen der Gärfähigkeit beschreiben konnte. Die zahlreichen neueren Mutationsuntersuchungen der Gärfähigkeit können hier nicht weiter berücksichtigt werden; dagegen sei noch kurz auf die Mitteilung *Wagners* aus allerneuester Zeit hingewiesen, nach der bei Ruhrbazillen Umbildungen des Gärvermögens auftreten, welche die verschiedenen, in erster Linie auf Grund der Gärfähigkeit diagnostizierten bazillären Ruhrformen ineinander überführen sollen.

Neben der Gärfähigkeit kommt der *Kolonieform* der Bakterien eine große diagnostische Bedeutung zu. Schon lange vor Einführung des Mutationsbegriffes in die Bakteriologie hatte *Kruse* bei verschiedenen, zum Teil auch frisch isolierten Cholerastämmen Abspaltung von mehr oder weniger konstanten Abarten, die durch Wachstum auf Gelatineplatten abwichen, beobachtet. In manchen Fällen vermochten auch wiederholte Meerschweinchenpassagen nicht eine Rückkehr zur Norm zu erzwingen. Vor allem

aber hat *Baerthlein* Untersuchungen über die Variabilität der Kolonien von Choleravibrien auf der Agarplatte angestellt, die er dann auch auf die Kolonieförmigkeiten anderer Bakterien ausdehnte. Bei Aussaat aus älteren Cholerakulturen fanden sich folgende 3 Kolonieförmigkeiten: 1. helle durchscheinende, bläulich schimmernde; 2. gelbweiße, undurchsichtige, coliarartige; 3. eigentümliche Ringformen. Diese Formen erhielten sich bei kurzfristiger Überimpfung konstant, doch erfolgten beim Altern der Agarkulturen Umschläge. Die Untersuchungen *Baerthleins* wurden von *Eisenberg* bestätigt. — Solche Daueränderungen der Kolonieförmigkeiten wurden dann weiter in der Colityphusgruppe, der Diphtheriegruppe wie noch bei verschiedenen anderen Bakterienformen festgestellt.

Wohl über die älteste Untersuchung von Daueränderungen in Bakterienkulturen berichtet eine aus dem Gruberschen Institute hervorgegangene Abhandlung von *Firtsch* aus dem Jahre 1886, in welcher gezeigt wird, daß der *Vibrio* Finckler-Prior im Gelatinestich verschiedene, teils choleraähnliche Typen hervorbringen kann. In neuerer Zeit konnte *Fürst* die Angaben *Firtschs* bestätigen und erweitern. Auf die theoretische Bedeutung dieser Arbeit komme ich weiter unten zurück.

Wie die Gestaltungsverhältnisse der Kolonien, wurde auch die *Morphologie der Einzelindividuen* auf „Mutationen“ untersucht. So konnten bei Choleravibrien Umwandlungen der Gestalt festgestellt werden, die mehr oder weniger konstant waren. Von ganz besonderer Bedeutung sind aber die Umwandlungsversuche morphologisch differenter Formen in der Diphtheriegruppe. Die Mannigfaltigkeit der Gestaltung von Diphtherie und diphtherieähnlichen (Pseudodiphtherie) Bakterien ist eine außerordentliche. Dabei ist die Gestalt insofern für die Diagnose von höchster Bedeutung, als stark vom Typus abweichende Formen der nichtpathogenen Gruppe der Pseudodiphtheriebazillen zugerechnet werden. Einige Arbeiten der allerjüngsten Zeit (*Bernhardt*, *Schmitz*) konnten solche Formumwandlungen von Diphtheriebazillen in Pseudodiphtheriebazillen durch Meerschweinchenpassage in weitgehendem Maße erzielen.

Auch andere biologisch und diagnostisch wichtige Charaktere, wie *Beweglichkeit* (Typhus), *Sporenbildung* (Milzbrand), wurden auf ihr Mutationsvermögen untersucht, doch können wir nicht auf alle Einzelheiten eingehen. Erwähnt seien indessen noch die sehr auffälligen Veränderungen im *Farbstoffbildungsvermögen*. Am weitesten zurück liegen wohl hier die Untersuchungen von *Schottelius* (1887), welcher aus alten Gelatinekulturen von *Bacillus prodigiosus* farblose Abarten erzielte. Später haben sich vor allem *Beijerinck* und *Wolf* mit diesen Farbstoffänderungsvermögen von *B. prodigiosus* beschäftigt, und letzterer hat gezeigt, daß hier unbeständige

Farbvarianten (Modifikationen) und beständige, die er als Mutationen bezeichnete, erhalten werden konnten. Ähnliche Untersuchungen wurden mit *B. pyocyaneus* und *Sarcinen* angestellt.

Bei der hervorragenden Rolle, welche die *Agglutination* in der heutigen bakteriologischen Diagnostik spielt, ist es verständlich, daß eventuelle Dauerveränderungen auch auf diesem Gebiete von besonderer Wichtigkeit sind. *Gildemeister* und *Baerthlein* beschreiben solche von ihnen als Mutationen gedeutete Abänderungen der Agglutinabilität bei den der Paratyphusgruppe sich nähernden Dahlem-Voldagsen- sowie Gläserstämmen; von anderer Seite wurden solche Veränderungen für Typhusstämmen beschrieben.

Von größter Bedeutung für die Praxis aber wären naturgemäß Dauerveränderungen in der *Virulenz* und *Giftfestigkeit*. Mutative Veränderungen der Virulenz werden aus neuester Zeit von *Römer*, *Bernhardt* und *Schmitz* vor allem für Diphtheriebazillen beschrieben. Sie behaupten, aus zweifellos echten, virulenten Diphtheriestämmen völlig avirulente Formen erhalten zu haben. Von Bedeutung ist aber, daß diese Stämme auch bei monatelanger Kultur nicht mehr die virulenten Eigenschaften zurückgewinnen konnten.

Veränderungen der Beeinflussbarkeit durch Gifte und Erlangung von Giftfestigkeit auf dem Wege der „Mutation“ wurden zuerst nicht für Bakterien, sondern von *Ehrlich* für Trypanosomen festgestellt; dieselben haben aber besondere Bedeutung und sollen deshalb hier kurz gestreift werden. *Ehrlich* fand, daß Trypanosomen bei dauernder Behandlung Widerstandsfähigkeit gegen bestimmte Gifte erlangten, die ihnen vorher fehlte, und deutet das Erlangen solcher Giftfestigkeit als Mutation. Für Bakterien konnten *Haendel* und *Baerthlein* Stämme von Typhus mit gesteigerter Resistenzfähigkeit gegen Chinin und *Seifert* Colistämme mit gegen Malachitgrün erlangter Giftfestigkeit erziehen.

Ehe wir nun auf das Wesen dieser „Mutationen“ etwas näher eingehen, sei noch von den Bedingungen ihres Auftretens kurz gesprochen.

Weitaus in der Mehrzahl der Fälle wurde das Zustandekommen der „Mutationen“ auf künstlichen Nährsubstraten, besonders häufig in alten Laboratoriumskulturen beobachtet. Oft kennt man durchaus keine äußeren Ursachen für das Zustandekommen der Umwandlungen, in anderen Fällen wurden sie unter dem Einfluß bestimmter äußerer Bedingungen erzielt. So beschreibt *Penfold* den Verlust des Gasbildungsvermögens bei Paratyphus und Fleischvergiftern unter dem Einfluß eines Zusatzes von Natriummonochlorazetat. Nach anderen Autoren wird Mutabilität durch Autoklavierung ausgelöst. Wie schon erwähnt, spielt bei den Diphtheriebazillen der Durchgang durch Meerschweinchen bei der Veränderung eine große Rolle. Daß schließlich auch im Menschen „mutative“ Umwandlungen statt-

finden könnten, wird durch Untersuchungen von *Reiner Müller*, *Wagner*, *Ötte* usw. in erster Linie für Paratyphus- und Ruhrbakterien nahegelegt.

Soviel der interessanten tatsächlichen Einzelheiten auch noch aufzuführen wären, so müssen wir uns dennoch nun zur Betrachtung der Bakterienmutationen unter theoretischen Gesichtspunkten wenden. Wir knüpfen da am besten an die ursprüngliche Bedeutung der von *de Vries* für Pflanzen eingeführten Bezeichnung Mutation an. *de Vries* hat seine Mutationstheorie folgendermaßen eingeleitet: Als Mutationstheorie bezeichne ich den Satz, daß die Eigenschaften der Organismen aus scharf voneinander geschiedenen Einheiten aufgebaut sind. Diese Einheiten können zu Gruppen verbunden sein, und in verwandten Arten kehren dieselben Einheiten und Gruppen wieder. Übergänge, wie sie uns die äußeren Formen der Pflanzen und Tiere so zahlreich darbieten, gibt es aber zwischen diesen Einheiten ebensowenig, wie zwischen den Molekülen der Chemie. — Auf dem Gebiete der Abstammungslehre führt dieses Prinzip zu der Überzeugung, daß die Arten nicht fließend, sondern stufenweise auseinander hervorgegangen sind. Jede neue zu den älteren hinzugekommene Einheit bildet eine Stufe und trennt die neue Form als selbständige Art scharf und völlig von der Spezies, aus der sie hervorgegangen ist. Die neue Art ist somit mit einem Male da; sie entsteht aus der früheren ohne sichtbare Vorbereitung, ohne Übergänge.

In diesen Sätzen sind die *Grundlagen* der Vriesschen Vorstellungen über die Gesetze des Mutierens enthalten. Diese Grundlagen gelten auch für unsere heutigen Vorstellungen über Mutation noch durchaus. Nun hat aber bekanntlich *de Vries* weitere Gesetze des Mutierens von seinem Oenotherenbeispiel abgeleitet. Diese Gesetze sind, soweit sie in Frage kommen, die folgenden:

- I. Neue elementare Arten entstehen plötzlich, ohne Übergänge.
- II. Neue elementare Arten sind meist völlig konstant vom ersten Augenblick ihrer Entstehung ab.
- III. Die Mutationen bei der Bildung neuer elementarer Arten geschehen richtungslos. Die Abänderungen umfassen alle Organe und gehen überall in fast jeder Richtung.

Diese und einige andere Sätze leitet *de Vries* direkt und ausschließlich aus seinem Oenotherenbeispiel ab. Er sagt selbst (S. 182): „Die mitgeteilten Sätze gelten zunächst für den beobachteten Fall, die Mutabilität der *Oenothera Lamarckiana*. Da aber andere experimentelle Untersuchungen z. Zt. nicht veröffentlicht sind, muß es einstweilen gestattet sein, sie als Norm für die Entstehung der Arten überhaupt zu betrachten.“

Heute, wo wir wissen, daß das Oenotherenbeispiel gerade *nicht* den ursprünglichen theoreti-

schen Vorstellungen von *de Vries* über das Mutieren entspricht, daß die Formbildung hier jedenfalls zu einem großen Teil auf Bastardspaltung zurückzuführen ist, wäre es Torheit, wenn wir bei weiteren Erörterungen über Mutation noch an den — direkt aus *Oenothera* hergeleiteten — *de Vries*schen Gesetzen des Mutierens festhalten und sie in unsere Vorstellungen über Bakterienmutationen hineinschleppen wollten. Das ist für alle künftigen Betrachtungen über Bakterienmutationen scharf zu unterstreichen. Aber die sichere Erkenntnis, daß die sogenannte *Oenothera*mutation auf Bastardspaltung beruht, ist noch jung, und ehe diese Erkenntnis erlangt wurde, hat man diese Gesetze auch bei Besprechung der Bakterienmutationen erörtert. Da diese Erörterungen aber heute ihre prinzipielle Bedeutung verloren haben, so wollen wir, trotz allen Interesses im einzelnen, an dieser Stelle auf dieselben nicht eingehen.

Dagegen ist die Frage zu beantworten, ob die „Bakterienmutationen“ als Mutationen im heutigen Sinne dieses Wortes aufgefaßt werden dürfen. Hierzu ist kurz zu erörtern, was wir heute unter Mutation verstehen. Lehnen wir uns eng an die oben dargelegten Grundlagen der *de Vries*schen Vorstellungen über Mutation an, so zeigt sich, wie schon erwähnt, daß dieselben auch heute noch gelten. Auch heute noch sehen wir das Wesen einer Mutation im Neuauftreten oder Verschwinden von den Eigenschaften der Organismen zugrunde liegenden Einheiten, wobei diese Veränderung ohne den Vorgang der Bastardierung zustande kommen muß. Die Erbeinheiten bezeichnet man heute mit *Johannsen* als Gene. Solche Gene können wir aber nur innerhalb erblich oder genotypisch durchaus bekannter, reiner Stämme sicher festlegen. Solche genotypisch einheitliche, reine Stämme nennt man reine Linien. Eine reine Linie ist aber nach *Johannsen* definiert als der Inbegriff aller Individuen, welche von einem, absolut selbstbefruchtenden, homozygotischen Individuum abstammen. Hiernach ist klar, daß man nur dort von „reinen Linien“ sprechen kann, wo es Gameten, also Sexualzellen, gibt. In anderen Fällen fehlt das Kriterium für die reinen Linien und man kann damit eine Veränderung des Genotypus nicht sicher feststellen. Das ist eine Tatsache, welche die meisten Bakteriologen bis heute nicht beachtet haben. Denn bei Bakterien kennen wir weder Gameten noch reine Linien, demnach können wir überhaupt nicht von Mutationen bei Bakterien in irgendwelchem exakten Sinn sprechen. Die Bakterien vermehren sich nur asexuell. Gehen wir aber bei asexuell sich vermehrenden Organismen auf ein Individuum zurück und betrachten dessen asexuelle Progenies, so erhalten wir sogenannte Klone. Wir können bei Veränderungen innerhalb solcher Klone bei Bakterien, wie bei allen rein asexuell fortgepflanzten Organismen, nur von Klonumbildungen sprechen, von denen wir

aber niemals sicher aussagen können, ob es sich um genotypische, also die Vererbungssubstanz ergreifende, oder nur phänotypische bzw. rein modifikatorische Umwandlungen handelt. Hieraus geht also mit Sicherheit hervor, daß der Ausdruck Mutationen bei Bakterien vollkommen zu verlassen und bis auf weiteres durch Klonumbildungen zu ersetzen ist.

Daß aber diese bisher als Bakterienmutationen bezeichneten Klonumbildungen sehr oft tatsächlich nicht auf genotypischen Veränderungen, sondern nur auf mehr oder weniger länger dauernden Modifikationen beruhen, legten schon *Firtsch* oben erwähnte Untersuchungen an *Vibrio* Finckler-Prior nahe. Überzeugend haben es dann *Jollos* durch seine Studien an *Paramäcien* und später *Fürst* im Anschluß an *Firtsch* für den *Vibrio* Finckler-Prior festgestellt. *Jollos* konnte *Paramäcien* bei vegetativer Vermehrung eine bestimmte Form der Giftfestigkeit gegen arsenige Säure anerziehen. Diese andersgeartete Giftfestigkeit erhielt sich auch im arsenfreien Medium bis zu 7—8 Monaten, ging später aber doch immer wieder verloren. Hier hat sich also die Klonumbildung zweifellos als *Dauermodifikation* erwiesen. In sehr illustrativer Weise wird von *Baur* gezeigt, daß es sich dabei offenbar um eine entsprechende Erscheinung handelt, wie man sie auch bei vegetativer Vermehrung höherer Pflanzen beobachten kann. Beispielsweise besitzt der Efeu in der Jugend die bekannten eckigen Blätter, während die Blätter des alten Efeus länglich zugespitzt sind. Nimmt man nun einen Zweig aus der Region mit länglich zugespitzten Blättern und steckt ihn in die Erde, so wächst derselbe zu einem Baum heran, der seinerseits immer nur länglich-zugespitzte Blätter besitzt und diese auch bei vegetativer Fortpflanzung auf seine Abkömmlinge überträgt. Sät man aber von solchem Baume Samen aus, so erhält man sofort wieder Efeu mit eckigen Blättern. Ganz entsprechend ging auch in *Jollos'* *Paramäcium*beispiel bei eingeschalteter sexueller Fortpflanzung die angezüchtete Giftfestigkeit mit Ausnahme eines Falles, in dem es sich wohl um eine echte Mutation handelte, sofort wieder verloren.

Bei Bakterien haben wir das Kriterium der Sexualität aber eben nicht und können deshalb nicht in jedem Falle mit Sicherheit zwischen Mutation und Dauermodifikation unterscheiden, wenngleich es sich sicher bei sehr vielen bisher als Bakterienmutationen beschriebenen Klonumbildungen um Dauermodifikationen handeln dürfte. Besonders illustrativ wurde dies, wie schon oben erwähnt, von *Gruber-Fürst* gezeigt. *Fürst* konnte nämlich einwandfrei darlegen, daß die in alten Kulturen beobachteten, durch Generationen festgehaltenen und früher von vielen Seiten als Mutationen betrachteten Veränderungen des *Vibrio* Finckler-Prior dennoch unter bestimmten Bedingungen stets reversibel sind, also vorher als Dauermodifikationen zu gelten haben.

Die erste Aufgabe aber für künftige Studien ist, wie schon *Kruse* (1910) S. 1124 hervorhob, nicht die derzeit unmögliche Einrangierung aller Variationen in die bekannten Variationstypen zu versuchen, sondern das Einzelstudium der Bakterienvariabilität nach allen Richtungen. Es wird sich dann später zeigen, welchen Platz die heute beschriebenen sogenannten „Bakterienmutationen“ oder Klonumbildungen im einzelnen erhalten. Die obige Zusammenstellung sollte einen kurzen Überblick über das vorhandene und die Bedeutung künftiger derartiger Studien nach den verschiedensten Richtungen geben.

Besprechungen.

Doelter, C., Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasien. VII, 138 S. und 27 Textabbildungen. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1916. Preis M. 6,40.

Durch die Herausgabe dieses Buches verfolgte der Verfasser einen doppelten Zweck: das in der Literatur zerstreute Material in wissenschaftlicher Hinsicht einer Sichtung zu unterwerfen und zu untersuchen, inwiefern der Bergbau der Balkanländer für die immer lauter werdende Forderung nach der wirtschaftlichen Erschließung dieser Gebiete in Betracht kommt.

Die Anordnung des Inhalts ist eine geographische. Das Buch zerfällt in 7 Kapitel: I. Serbien, II. Bulgarien, III. Makedonien, IV. Griechisch-Makedonien und Thessalien, V. Europäische Türkei, VI. Albanien, VII. Montenegro. In einem Anhang behandelt der Verfasser die Mineralschätze der asiatischen Türkei. Auf eine Erörterung der Verhältnisse der restlichen Balkanländer wurde verzichtet, da ja diese Gebiete bereits von anderer Seite früher ausführlich geschildert wurden.

Die einzelnen Gebiete werden mehr oder weniger ausführlich beschrieben, wobei jedem eine kurze, allgemeine geologische Übersicht vorausgeschickt wird. Wir müssen uns nur auf eine kurze Wiedergabe des Gebotenen beschränken, wobei betreffs der Einzelheiten auf das Original verwiesen werden soll.

Das *serbische* Bergwesen hat hinter sich eine alte Geschichte, in der Zeiten versuchten Aufschwunges mit solchen eines Verfalls abwechseln. Das Aufblühen in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ist an Namen österreichischer und deutscher Bergmänner geknüpft. Man kann die Bergbaue Serbiens in zwei Gruppen teilen, die östlich und westlich des *Moravafusses* verteilt sind. Im Osten die Reviere von *Kučajna*, *Majdanpek*, *Bor*, *Zlot*, *Gamsigrad*, *Deli-Jovan* sowie *Ruplje*, im Westen die Lagerstätten des *Kopaonikgebirges*, *Avala*, *Salanac* (an der Drina), *Podrinje* sowie mehrere Orte im Distrikte *Valjevo*. — Es ist auch eine stattliche Reihe von Mineralien, die hier angetroffen werden. Die Lagerstätte des Gebietes von *Bor* liegt in einem Andesitmassiv. Ihr Ausbildungstypus ist ein wechselnder, und *Doelter* unterscheidet hier mit *Lazarevič* solche von kontaktmetamorphem, metasomatischem und Imprägnationstypus sowie echte Gänge. Als Kupfererze kommen hier Enargit, Covellin, Kupferglanz, Kupferindig und Buntkupfererz vor. Manche von denen sind goldhaltig (96—120 g Gold pro Tonne im raffinierten Kupfer). — Anders sind die Lagerstätten von *Majdanpek* geartet. Es sind teils Limonit-Kupferlager, teils kupferhaltige Schwefelkieslinsen.

Sie enthalten Malachit, Azurit, Malakonit, Rotkupfer, Kupferglanz, gediegen Kupfer, Covellin u. a. m.

Gold kommt im nordöstlichen Serbien vor. In reiner Form als Goldamalgam oder Waschgold, sonst ist es in manchen Erzen enthalten. Die Vorkommen sind Gebiete von *Pek*, die Bäche des *Deli-Jovan-Gebirges*, die Grube *Sv. Varvara*, das *Timokgebiet*, *Bor* und Umgebung.

Als *Bleigrube* kommt *Majdan-Kučajna* in Betracht, in dem hauptsächlich silber- und goldhaltiger Bleiglanz neben Zinkblende im Andesit in Nesterform auftreten.

Von untergeordneter Bedeutung sind die Wismutlager von *Aljin-Dol* und *Jasikova*, das Quecksilberbergwerk von *Avala*, die Lager von *Rudnik* sowie die Kupfergruben von *Rebelj* und *Vis*. Erwähnenswert sind die Lagerstätten von *Avala* (20 km s. v. Belgrad), in denen die Quecksilberminerale (gediegenes Quecksilber, Zinnober, Kalomel) an umgewandelte Quarzstöcke gebunden sind, die von einem Serpentinegestein umgeben sind. — Ebenfalls im Serpentin liegen linsenförmige Einlagerungen von Schwefelkies und Kupferkies in *Rebelj* und *Vis*.

Von den *Erzlagern im südwestlichen Serbien* sind die im Kopaonikgebiete die bedeutendsten. Als Erzbringer gelten hier ebenfalls Eruptivgesteine und Serpentine. Silbererz (silberhaltiger Bleiglanz) tritt in den trachytischen Gesteinen von *Badanj* auf, Bleiglangänge führt der Serpentin von *Sipačina*, Eisenerze (Magnetisen, Rot- und Brauneisensteine sowie oolithisches Eisenerz) sind im Syenit von *Suvo Rudište* und im Glimmerschiefer von *Suvo Rude*, Eisensteine im Trachyt von *Mremici* am Ibarufer, dagegen im Serpentin von *Rudnjak* und bei *Jablanica* bekannt, Eisenglanz u. a. im Bezirke *Čačak*. An trachytische Gesteine sind die Manganerze am rechten Ibarufer bei *Magliš* und *Mataruge*, *Rajac* am *Troglav* und bei *Lopatnica* u. a. m. gebunden. *Chrom Eisen* kommt im Serpentin von *Tajatz*, s. v. *Čačak*, und der *Troglav Planina* vor. Die Kupfererze, die an mehreren Stellen auftreten, erscheinen meist in Gemeinschaft mit Bleierzen oder wie bei *Lopatnica* in Stockform mit Schwefelkies zusammen.

Von anderen nutzbaren Mineralien des Kopaonikgebirges bespricht *C. Doelter* das Kohlenvorkommen bei *Jaran Dol*, welches Glanzkohlen liefert, *Asphalt*, welcher die Sandsteinbänke von *Mataruge* durchtränkt. — Wichtig ist noch der *Magnetit* bei *Rudan* und bei *Kraljevo* und *Marmor* von *Breznik* und *Markovica*. Zu den metasomatischen Lagerstätten gehört das *Antimonvorkommen* von *Kostajnik*, wo umgewandelter *Antimonglanz* in den Trachyten vorkommt oder lagerartig in der Nähe der Trachyte (*Roviné*).

Von *Kohlen* ist Steinkohle selten; meistens kommen Braunkohlen sowie Lignit vor. Die Kohlenlager sind nach Süden hin durch die Flüsse Morava und Nisava begrenzt.

Bulgarien weist in genetischer Hinsicht zahlreiche Analogien mit Serbien auf, steht aber dem Reichtum nach weit hinter Serbien. Die Goldmenge, die als Waschgold vorkommt, ist unbedeutend. Die *Eisenerze* kommen an mehreren Stellen vor, sie werden aber wenig oder gar nicht abgebaut. Von diesen heben sich die Magnetitstöcke am Kontakt zwischen Massengesteinen und kristallinen Schiefen von *Krumovo*, *Widinski Orman*, *Demir Keulara* sowie die Magnetiseneisensteinschichten in Amphibolschiefen von *Rudin Kamak* bei *Bossilegrad* hervor. Als *Hämatitlagerstätten* sind die von *Kremikovzi* und *Breznik* erwähnenswert. — Die *Bleiglangvorkommen* von *Küstendil*

und *Rhodope*, die *Silbergruben* von *Breznik* sind zurzeit ohne größere praktische Bedeutung. Gering ist auch die Ausbeute an *Kupfer*, welches hauptsächlich im Kupferkies oder im Bleiglanz vorkommt. Im Betrieb ist die Grube von *Elisena*, aussichtsreich die Mine von *Zagora*. *Chromerze* kommen im Serpentin an mehreren Orten vor (*Ferdinandovo*, *Sotir* u. a.). *Manganerze* erscheinen als Imprägnationen von Tonen und Mergeln. Zahlreicher sind Fundstellen des Schwefelkieses.

Reicher als Serbien ist Bulgarien an *Kohlen*. Es sind Anthrazite, Schwarz- und Braunkohlen, die im Gebiete des Balkangebirges, *Rhodope*, der Ebene von Philippopol, den Niederungen der Donau und des Schwarzen Meeres sowie in der Nähe von Sofia erscheinen.

Von den *makedonischen* Erzlagerstätten sind die von *Kratovo* und *Zletovo* sowie das Revier von *Allschar* im Bezirke Monastir von Bedeutung. Die erstgenannten führen Bleiglanz, manganhaltiges Eisenerz und Eisenpat in Gangform in trachytischen Gesteinen. Analog sind die Verhältnisse in *Zlatovo*. Das Revier von *Allschar* liefert Arsen und Antimon.

In *Griechisch-Makedonien* werden an mehreren Orten Chromeisenerze abgebaut. Das stellenweise vorkommende Waschgold ist zurzeit ohne Bedeutung, vielleicht aber nicht ohne Zukunft. Von hier ist außerdem eine stattliche Anzahl von Erzvorkommen zu verzeichnen. Kupfergruben in *Yardimili*, Blei und Antimonerze von *Ormylia* und *Neozooro* sowie zahlreiche Lager in der Provinz Saloniki. Von Nichterzen sind Asbest, Magnesit, Marmor, Asphalt und Braunkohlen zu erwähnen.

Die Schätze der *Europäischen Türkei* sind ganz gering. In Thrakien sind Kohlen und Petroleum im Bezirke *Adrianopel* zu bemerken. Kupfergruben bei *Buyukdere* am Bosphorus und Eisenerzlager im Vilajet *Adrianopel*.

Die Kenntnisse über *Albanien* und *Montenegro* sind äußerst spärlich.

An Erzreichtum übertrifft alle diese Gebiete die im Anhang behandelte *Asiatische Türkei*. Der Hauptreichtum besteht in *Chromerzen*, welche an mehreren Orten auftreten und von denen die Grube von *Tschardy* an erster Stelle steht. Nicht geringer ist der Schatz an Eisenerzen, die an zahlreichen Stellen in Gestalt von Magneteisen, Rot- oder Brauneisenstein und Eisenpat erscheinen. *Manganerze*, Antimon, Zinnober, Arsen, Gold, Silber, Bleierze und Kupfer werden an mehreren Orten abgebaut.

Von *Nichterzen* sind die Kohlen, deren Hauptgebiet in *Herakleia* am Schwarzen Meer und *Manjilik* ist, die wichtigsten. Geringer, aber nicht ohne Bedeutung sind die Salzlager der innerasiatischen Salzwüste, die Abraumalze am Westufer des Toten Meeres, Erdöllager in Palästina, Mesopotamien u. a. m.

Von Interesse ist das Vorkommen des *Borminerals* *Pandermit* im Tongipslager von *Panderma* und *Antiochia*, welcher reicher an Borsäure ist als der *Colemanit*, sowie des Schmirgels im Marmor am *Gümüş-Dagh*. Daß die asiatische Türkei das einzige bedeutende Meerschammlager enthält, braucht hier keiner Erwähnung.

Es mögen noch einige allgemeine Worte über das Buch gestattet sein. Wir müssen zugeben, daß das Ziel, welches der Verfasser durch Herausgabe dieses Buches im Auge hatte, erreicht wurde. An Kenntnissen wenig voraussetzend, gelang es ihm, ein umfassendes, durch mannigfache Literaturstudien gestütztes, auch dem Laien verständliches Bild der Bergbaue der Bal-

kanhalbinsel zu entwerfen. Die klare Schilderung der geologisch-mineralogischen Verhältnisse ist durch die zahlreichen historischen Hinweise, Rückblicke über die wirtschaftliche Vergangenheit sowie Ausblicke in die Zukunft anmutig gestaltet. Der praktische Bergmann wird in der Darlegung der in einzelnen Gebieten geltenden Berggesetzgebung, den Auskünften über vorhandene Konzessionen und Arbeiterverhältnisse sowie statistischen Angaben mannigfache Belehrung und Orientierung finden. — Das beigelegte gründliche Ortsverzeichnis erleichtert die Handhabung des Werkchens.

Die Ausstattung des Werkchens ist geiegen.

M. Goldschlag, Wien.

Kende, Handbuch der geographischen Wissenschaft, Teil I. Allgemeine Erdkunde. Berlin, Vossische Buchhandlung, 1914. IX, 369 S. Preis geh. M. 7,50, geb. M. 8,75.

Das vorliegende Werk gehört zu einer Sammlung wissenschaftlicher Handbücher für Studierende und für den praktischen Gebrauch. Durch den Gesamtplan der Sammlung war auch die Form dieses Bandes bestimmt. In den 170 Paragraphen schließt sich meist an eine Übersicht eine nähere Erläuterung einzelner Punkte an. In 12 Abschnitten haben 11 verschiedene, teils österreichische, teils reichsdeutsche Verfasser diese Form in sehr verschiedener Weise gehandhabt. Vielfach ist das Verhältnis dieser beiden durch den Druck unterschiedenen Paragraphenabschnitte gar nicht richtig verstanden worden. Bei einer Neuauflage müßte der Herausgeber auf einheitlichere Durchführung der methodischen Form halten. Der praktische Gebrauch wird durch das Fehlen eines Registers und der so notwendigen Zeichnungen erheblich beeinträchtigt werden. Nur die Mathematische Erdkunde bringt die unentbehrlichsten Zeichnungen. Die reichen Literaturangaben sind etwa bis 1912 fortgeführt.

Die drei ersten Abschnitte behandeln die allgemeinen Fragen (Gegenstand der Erdkunde von *Viktor Kraft*, Geschichte von *Max Vollkommer*, Mathematische Erdkunde von *N. Herz*). Sie sind in jeder Hinsicht wohl gelungen. Der dritte Abschnitt bringt auch die Geophysik und Kartographie.

Die beiden folgenden Abschnitte (Ozeanographie und Klimatologie von *Ludwig Mecking*) sind durch Kürze und geschickte Stoffbehandlung ausgezeichnet, so daß sie wohl im besonderen Maße den Bedürfnissen der Studierenden entsprechen.

Kapitel 6 und 7 (Endogene Dynamik von *Ernst Tams* und Morphologie von *Johann Sölch*) verdienen wegen ihrer eindringenden Verwertung der neuesten Forschungen allgemeine Beachtung. Wiederholungen in beiden Abschnitten werden sich in Zukunft vermeiden lassen. *Sölch* hat über ein Viertel des Werkes beansprucht, Kürzungen sind darum sehr wohl möglich.

Die Pflanzengeographie von *Lujo Adamovic* und die Tiergeographie von *Franz Werner* geben eine vortreffliche erste Einführung in diese Arbeitsgebiete.

Ernst Friedrich, dessen Verdienste um den Ausbau der Wirtschaftsgeographie allgemein anerkannt sind, hat in dem 10. Abschnitt: Anthropogeographie, Wirtschafts- und Verkehrsgeographie, ein gewaltiges Material verarbeitet; der Verzicht auf systematische Vollständigkeit würde der Lesbarkeit seiner Arbeit zugute kommen.

Der folgende treffliche Abschnitt Völkerkunde von *Georg Buschan* muß notgedrungenerweise manche Fragen der Anthropogeographie von neuem behandeln, und in derselben Lage befindet sich *Hans Beschorner*

in seiner Historischen Geographie. Eine andere Stoffverteilung in den drei letzten Abschnitten wäre darum eine weitere dankenswerte Aufgabe des Herausgebers. *Beschorner* hat die Fragen der historischen Geographie an dem Beispiel Deutschlands behandelt, die einzig mögliche und ersprießliche Form für deutsche Studenten der Erdkunde.

Auf kleinere Versehen und Ungenauigkeiten gehe ich nicht ein. Ich bin überzeugt, daß es dem Werke mit der Zeit gelingen kann, sich einen Platz neben den einheitlichen Handbüchern von *Wagner* und von *Supan* zu erringen.

A. Steinhauß, Marburg (Lahn).

Physikalische Mitteilungen.

Da beim Zusatz von Aluminium, Silizium oder Phosphor zu Eisen die Permeabilität und gleichzeitig auch die Größe seiner Kristalle wächst, so hatte *W. M. Hicks* schon 1902 die Vermutung ausgesprochen, daß der Einfluß jener Substanzen auf die Permeabilität nur ein sekundärer und ausschließlich durch die Änderung der Kristallgröße bedingt sei. Nun nimmt man an, daß sich an der Oberfläche der Kristalle Schichten von etwa 10^{-5} cm Dicke aus unterkühltem, also amorphem Material befinden. Aus dem Anwachsen des Widerstandes beim Schmelzen eines Metalls kann man schließen, daß der spezifische Widerstand jener Schichten größer als der der reinen Kristalle ist. Wegen der geringen Dicke der unterkühlten Schichten bleibt der spezifische Widerstand (r'') der von den Kristallen eingenommenen Strecke, unabhängig von ihrer Größe, praktisch konstant, während der der Grenzschichten (R) proportional ihrer Anzahl (n) wächst. Es muß also der gemessene spezifische Widerstand (r') eines Metalles der Beziehung: $r' = r'' + n \cdot R$ gehorchen. Diese Folgerung ist durch Versuche von *F. C. Thompson* (*Phil. Mag.* 31, S. 357, 1916) bestätigt worden. Er maß die Leitfähigkeit verschiedener Stäbe, die alle aus demselben Material, einem sehr reinen schwedischen Eisen (Zusammensetzung: 99,87 % Fe, 0,049 % C, 0,04 % Si, 0,03 % Mn, 0,02 % S, 0,016 % P) bestanden und, mit Ausnahme eines weiter nicht behandelten Stabes, verschieden lange auf 900° erhitzt und auf verschiedene Arten gekühlt wurden. Dadurch variierte die Zahl der Kristalle auf 1 cm Länge bei den verschiedenen Stäben von 690 bis 10. Die Messungen ihres Widerstandes lieferten die Werte: $r'' = 6,83 \cdot 10^{-6}$ und $R = 1,72 \cdot 10^{-9}$ Ohm/cm³. Der den reinen Eisenkristallen zukommende Wert 6,83 ist kleiner als der sonst beim Eisen gefundene (7,15 bis 7,99). Bei der Bestimmung des spezifischen Widerstandes muß also auf die Kristallgröße geachtet werden. Berücksichtigt man diese, so verschwinden auch die Unterschiede, die man im elektrischen Verhalten von Kohlenstoffstählen mit mehr und mit weniger als ½ % C gefunden hat.

An denselben Stäben wurde auch ihr magnetisches Verhalten nach der Jochmethode in einem Felde von 95 Gauß bestimmt. Die maximale Induktion und die Remanenz zeigten sich dabei unabhängig von der Größe der Kristalle (wonach also die eingangs erwähnte Vermutung von *Hicks* über ihren Einfluß auf die Permeabilität nicht bestätigt ist); dagegen nahmen die Koerzitivkraft und der Hysteresisverlust (e) pro Zyklus mit der Zahl der Kristalle auf 1 cm Länge zu. Zwischen der letzteren und der mit einer Stahlkugel von 10 mm Durchmesser bei einem Drucke von 500 kg bestimmten Brinellhärte (H) ergab sich (mit Ausnahme der unbehandelten Probe) die Beziehung $e = 30 \cdot H^{1,5}$,

woraus folgt, daß magnetische und mechanische Härte beim selben Material aneinander parallel gehen.

Durch Vergleich der auf eine Atmosphäre bezogenen Druckverschiebungen der Bogen- und Funkenlinien des Nickels findet *E. G. Bilham* (*Phil. Mag.* [6] 31, S. 163, 1916), daß sie in beiden Fällen identisch sind, mit Ausnahme derjenigen Funkenlinien, welche unter Druck nicht umgekehrt werden. Für diese ist sie etwa doppelt so groß als für die Bogenlinien. Dieses Ergebnis ist gerade entgegengesetzt zu dem von *W. G. Duffield* (*Phil. Mag.* [6] 30, S. 385, 1915) gefundenen, nach welchem die Druckverschiebung der nicht umgekehrten Funkenlinien mit der an den Bogenlinien beobachteten identisch ist, während sie für die symmetrisch und unsymmetrisch umgekehrten nur halb so groß sein sollte. Dieser Widerspruch erklärt sich daraus, daß die von *Duffield* bei 10 at Druck an den Bogenlinien gemessenen Verschiebungen durchweg zu groß ausgefallen sind, was wahrscheinlich durch Temperatureinflüsse auf seine Gitteraufstellung zu erklären ist. Damit fallen auch seine Folgerungen über den Einfluß von Dichte und Temperaturgradienten in der Lichtquelle auf die Druckverschiebung. Immerhin bedürfen auch die von *Bilham* gefundenen Abweichungen zwischen dem Verhalten der Bogen- und einiger Funkenlinien noch der Aufklärung.

Eine neue Methode zur Bestimmung der Kapillarkonstanten und des Randwinkels beschreibt *A. Anderson* im *Phil. Mag.* [6] 31, S. 143, 1916. Sie besteht darin, daß unter Benutzung optischer Hilfsmittel der Krümmungsradius des Meniskus der betreffenden Flüssigkeit in einem Kapillarrohre und ferner der Abstand seines Zentrums von der äußeren Flüssigkeitsoberfläche gemessen wird. Zu diesem Zweck ist an dem ebenen Boden des Glasgefäßes, in welchem sich die zu untersuchende Flüssigkeit befindet, eine Marke angebracht, welche als Objekt dient. Auf diese wird ein an einer vertikalen Teilung verschiebbares Mikroskop eingestellt. Nachdem die Flüssigkeit eingefüllt ist, wird das Mikroskop auf das Zentrum des Meniskus und ferner auf das durch ihn von dem Objekte entworfene Bild eingestellt. Aus dem so gemessenen Objekt- und Bildabstände sowie dem Brechungsindex der Flüssigkeit läßt sich der Krümmungsradius berechnen. Praktisch benutzt man an Stelle der Marke besser ein im Unendlichen gelegenes Objekt (beleuchteten Kollimatorschlitz). Das aus dem horizontal stehenden Kollimator kommende Licht wird durch ein total reflektierendes Prisma nach oben geworfen. Bei undurchsichtigen Flüssigkeiten (wie Quecksilber) lenkt man das Licht durch einen unbelegten Spiegel von oben auf den Meniskus und beobachtet das reflektierte Bild. Eine Kombination beider Verfahren wendet man dann an, wenn, wie beim Terpentin, die Einstellung auf das Meniskenzentrum nur schwierig auszuführen ist. Sein Abstand von der äußeren Oberfläche wird gleichfalls mit dem Mikroskop bestimmt. Mißt man noch den Röhrenradius an der Stelle des Meniskus, so kann man auch den Randwinkel berechnen. Die Methode ist an verschiedenen Flüssigkeiten praktisch erprobt.

Nachdem durch den Nachweis der Interferenz der Röntgenstrahlen an dem Raumgitter der Kristalle durch *Laue*, *Friedrich* und *Knipping* ihre Wellennatur bewiesen worden war, hätte man auch die Erscheinung der Brechung bei ihnen erwarten müssen. Versuche mit gewöhnlichen Prismen konnten indessen zu keinem Ergebnis führen, da ihre Flächen bei der sehr

kleinen Wellenlänge der Röntgenstrahlen nicht als plan anzusehen sind. C. G. Barkla (*Phil. Mag.* 31, S. 257, 1916) benutzt nun Prismen aus Bromkalium mit großem brechenden Winkel, deren brechende Flächen von Kristallflächen gebildet werden. Um eine möglichst große Ablenkung des gebrochenen Strahles zu erhalten, setzt er zwei Prismen so übereinander, daß die beiden Hälften eines schmalen Röntgenstrahlenbündels, das durch zwei enge Bleispalte ausgeblendet wurde, nach verschiedenen Seiten hätte abgelenkt werden müssen. Die beiden Streifen erschienen aber auf einer 1,50 m entfernten photographischen Platte noch vollständig in derselben Geraden liegend. Da eine Verschiebung um 0,025 mm und somit eine Ablenkung von 2" noch hätte erkannt werden können, so folgt aus diesen Versuchen, daß der Brechungsindex der Röntgenstrahlen der Wellenlänge $5 \cdot 10^{-8}$ cm für Bromkalium nur zwischen 0,999 995 und 1,000 005 liegen kann.

Die Abkühlung eines erwärmten Körpers in einem Luftstrom erfolgt bei großen Stücken proportional zur ersten Potenz der Luftgeschwindigkeit, bei solchen von kleinem Durchmesser, z. B. elektrisch geheizten Drähten, wie sie bei verschiedenen Instrumenten zum Messen der Windgeschwindigkeit verwendet werden, proportional der Quadratwurzel aus derselben. Den Übergang zwischen diesen beiden Fällen hat nun J. A. Hughes (*Phil. Mag.* [6] 31, S. 118, 1916) an Kupferröhren von 0,435 bis 15,5 cm Durchmesser untersucht. Diese standen in einem rechteckigen Kanal von $3 \times 10'$, durch welchen mittels eines elektrisch angetriebenen Ventilators ein Luftstrom bis zu 14,5 m/sec Geschwindigkeit geschickt wurde. Die Röhren wurden durch Dampf geheizt und ihre Wärmeabgabe durch Wägung der in einer bestimmten Zeit in ihnen kondensierten Dampfmenge bestimmt; die Strahlungsverluste wurden rechnerisch ermittelt. Bei konstantem Rohrdurchmesser ist die Wärmeabgabe H in der Zeiteinheit für verschiedene Geschwindigkeiten v durch eine Gleichung der Form $H = k \cdot v^n$ darstellbar; der Exponent n hat für verschiedene Durchmesser d die folgenden Werte:

d	0,43	0,81	1,93	5,06	15,5 cm
n	0,55	0,6	0,65	0,7	0,98

(bei kleinen Geschwindigkeiten ist im letzten Falle n nur gleich 0,6). n wächst also von 0,5 für kleine Durchmesser bis auf den Wert 1 für große Röhren, in Übereinstimmung mit den eingangs angegebenen Werten. Vom Durchmesser hängt die Wärmeabgabe derart ab, daß sie bei allen Geschwindigkeiten proportional zu $d^{0,57}$ ist.

Weiterhin wurde ein Rohr untersucht, dessen Querschnitt sich den Stromlinien anschmiegt und etwa die Form eines Fischquerschnittes hat. In diesem Falle wurden für n folgende Werte ermittelt:

- 0,67, wenn die spitze Seite dem Luftstrom zugewendet war,
- 0,62, wenn die breite, abgerundete Seite vom Luftstrom getroffen wurde, und
- 0,61, wenn vor dieser noch ein $\frac{1}{2}$ " breiter Streifen angebracht war, welcher die Strömung durch seine Schwingungen unregelmäßig machte.

Die Wärmeabgabe war bei diesem Rohr mit 1735 Kalorien/cm Länge (bei 13 m/sec Geschwindigkeit) etwas größer als bei einem von kreisförmigem Querschnitt vom selben Flächeninhalt (1476 Kalorien), dagegen bedeutend größer als bei einem solchen mit einem Durchmesser gleich der größten Dicke der Stromlinien-

röhre (695 Kalorien) oder vom gleichen Luftwiderstande (233 Kalorien). Sie ist am größten, wenn das stumpfe Ende gegen den Luftstrom gerichtet ist. Ein Rohr mit einem den Stromlinien folgenden Querschnitt ist also weit wirksamer für die Wärmeabgabe als ein rundes.

Der Aufbau der Linie 4686 A. E. Durch Kondensatorentladungen in reinem Helium war es E. J. Evans (s. *Naturwissenschaften* 18. VI. 1915) gelungen, die Linie 4686, welche bis dahin als erstes Glied der Hauptserie des Wasserstoffs gegolten hatte, zu erhalten und damit zugleich ihre Zugehörigkeit zum Helium zu beweisen und eine wichtige Stütze für die Bohrsche Theorie der Spektrallinien zu liefern. Zur Untersuchung ihrer Struktur war aber die verwendete Methode nicht geeignet, da die Linie sehr breit und diffus war. E. J. Evans und C. Croxson (*Nature* 97, S. 56, 1916) schlossen nun eine in der Längssicht benutzte Geißleröhre an eine Maschine von 2000 Volt an und erhielten dann durch zweistündige Exposition 4686 als schwache, sehr scharfe Linie, die sich bei Untersuchung durch ein Stufengitter als Dublett mit einem Komponentenabstand von 0,094 A. E. erwies. Würde sie dem Wasserstoff angehören, wie man früher vermutete, so würde sich dieser Abstand zu 0,0674 A. E. berechnen, wenn man für den der Komponenten von H_α den von Buisson und Fabry gefundenen Wert 0,132 A. E. annimmt. Die gefundene Zahl deckt sich angenähert mit der, welche aus einer von Sommerfeld entwickelten Theorie folgt, die sich auf eine bemerkenswerte Verallgemeinerung der Bohrschen Theorie aufbaut. In Übereinstimmung mit dieser hat Paschen gefunden, daß 4686 aus drei Komponenten besteht, deren jede von schwächeren Satelliten begleitet ist. Dabei beträgt der Abstand der beiden stärkeren Komponenten $\frac{1}{4}$ von dem der beiden äußeren. Die dritte Komponente konnte auch von Evans und Croxson nachträglich auf einer Platte in dem geforderten Abstände aufgefunden werden; sie liegt auf der langwelligeren Seite.

Die Erdalbedo, d. h. das Reflexionsvermögen der Erde für weißes Licht bei visueller Beobachtung, hat F. W. Very (*Astr. Nachr.* 201, S. 353, 1915) durch photographische Aufnahmen des aschfarbenen und des Mondlichtes bestimmt und findet dafür den Wert 0,825. Aus visuellen Beobachtungen hat sich dieselbe zu 0,846 ergeben, so daß man im Mittel die Erdalbedo zu 0,835 ansetzen kann. Das aschfarbene Licht ist beträchtlich blauer als das Mondlicht; seine Intensität und seine spektrale Energieverteilung zeigen starke Schwankungen, die durch das verschiedene Reflexionsvermögen der dem Monde zugewendeten Teile der Erde sowie den Grad der Bewölkung bedingt sind. Die in dem aschfarbenen Licht beobachtete intensive Absorptionsbande bei $0,426 \mu$, deren Gesamterstreckung von 0,40 bis $0,47 \mu$ reicht, scheint zu dem Wasserdampf oder irgend einem seiner Derivate in Beziehung zu stehen, da sie ausgeprägter wird, wenn das Licht von der wärmeren Sommerhalbkugel reflektiert wird. Durch diese Bande wird auch die Wellenlänge maximaler Energie im Sonnenspektrum etwas gegen Rot hin verschoben, wodurch die nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz berechnete Sonnentemperatur zu niedrig ausfällt.

Zur Photographie mit ultraroten Strahlen stand bisher nur ein von Wood angegebenes Filter zur Verfügung, eine Platte aus Kobaltglas in Verbindung entweder mit einer Lösung von Kaliumbichromat oder mit

einem Gelatinefilm, der mit Methylorange gefärbt war. Dieses Filter läßt etwa das Gebiet von 7000 bis 9500 Å. E. hindurchgehen, doch nimmt seine Durchlässigkeit jenseits von 8300 Å. E. sehr schnell ab, so daß sie bei 10 000 Å. E. kaum 50 % von der bei 8300 Å. E. beträgt. Für viele Zwecke ist auch störend, daß das äußerste sichtbare Rot nicht völlig zurückgehalten wird. Da Wood indessen mit den üblichen sensibilisierten Platten des Handels arbeitete, welche nur bis etwa 8000 Å. E. empfindlich sind, so reicht sein Filter hierfür aus. Bedeutend bessere Resultate gibt ein Filter, das aus einer Kombination von drei Farbstofflösungen in je 3 mm dicker Schicht besteht (G. Michaud und J. F. Tristan, Arch. de Genève 41, S. 53, 1916): 1 % wässrige Lösung von Chrysoidin, 2 % wässrige Lösung von Methylgrün und 1 % bis 2 % Lösung von Naphtholgrün. Das Chrysoidin absorbiert das Gebiet von 3700 bis 5300 Å. E., läßt aber das Ultraviolett hindurchgehen. Dieses wird nun vom Methylgrün zurückgehalten, das auch noch das Gelb, Orange und Rot bis etwa 7200 Å. E. absorbiert, welches die erste Lösung von 5300 Å. E. ab passieren läßt; dieses absorbiert andererseits das Blau, das von der Methylgrünlösung durchgelassen werden würde. Um auch noch das äußerste sichtbare Rot (und bei stärkerer Konzentration selbst den Anfang des Ultrarot) zu unterdrücken, dient die dritte Lösung von Naphtholgrün; sie verbessert ferner die Absorption im Gebiete von 3500 bis 3900 Å. E., wo die Undurchlässigkeit des Methylgrün sich etwas verringert und die des Chrysoidin nur sehr wenig ausgesprochen ist.

Zu photographischen Aufnahmen mit diesen Strahlen dienen gewöhnliche photographische Platten, welche mit Alizarinblau S und Silbernitrat sensibilisiert sind und bis 10 500 Å. E. eine gute Empfindlichkeit aufweisen. Da diese langwelligen Strahlen wegen ihrer großen Wellenlänge in der Atmosphäre nur sehr wenig zerstreut werden, so zeigen die mit dem angegebenen Filter gemachten Aufnahmen von 8 bis 10 km entfernten Objekten einen außerordentlichen Reichtum an Einzelheiten; dagegen erscheinen Photographien mit orthochromatischen Platten unter Benutzung eines Gelbfilters nur grau in grau. Allerdings ist die Expositionszeit bei den „Ultrarot“-aufnahmen außerordentlich groß; sie muß gegenüber der bei gewöhnlichen Aufnahmen benutzten, je nach der Konzentration des Naphtholgrün, um das 600- bis 10 000-fache gesteigert werden, so daß man für eine sonnenbeschienene Landschaft etwa $\frac{1}{4}$ Stunde rechnen muß. Da das Chlorophyll für diese langen Wellen ein sehr großes Reflexionsvermögen besitzt (ganz im Gegensatz zu der starken Absorption zwischen den Linien B und C), so erscheint die Vegetation auf den Aufnahmen fast schneeweiß. Dieses starke Reflexionsvermögen scheint einen Schutz gegen übermäßige Erwärmung der grünen Pflanzenteile zu bieten.

Als Ultrarotfilter, welches nur die ultraroten Strahlen, dagegen nicht die kürzeren Wellenlängen reflektiert oder hindurchläßt, eignet sich nach Untersuchungen von A. F. Gorton (Phys. Rev. 7, S. 67, 1916) eine Glasplatte mit angerauchter Oberfläche, wie man sie durch Schleifen mit feinem Schmirgel und Wasser erhält. Empfehlenswert ist, auf derselben durch Kathodenzerstäubung einen Silberniederschlag zu erzeugen. Bei einem Einfallswinkel von 75° reflektiert sie 90 % bei 4μ und nahezu 100 % bei noch längeren Wellenlängen, während ihr Reflexions-

vermögen bei 1μ nur 10 % und für das sichtbare Spektrum gar nur 5 % beträgt. Ganz ähnlich sind die Resultate für die Durchlässigkeit eines Steinsalzkristalls, dessen Oberfläche durch ein wenige Sekunden währendes Behauchen „angeraut“ ist.

Durch Messung des Absorptionskoeffizienten der Gesamtstrahlung hatte Rutherford (s. Naturwissenschaften Jahrg. 3, Nr. 42, S. 544) gefunden, daß die **Maximalfrequenz der Röntgenstrahlen** nicht linear mit der Spannung, sondern langsamer wächst und bei 140 000 Volt ein Maximum erreicht. Aus Messungen der Energieverteilung im X-Strahlen-Spektrum bei konstantem Potential findet dagegen A. W. Hull (Phys. Rev. 7, S. 156, 1916), daß innerhalb der Beobachtungsfehler von 3 bis 4 % die Maximalfrequenzen der Spannung proportional und durch die Quantenbeziehung $e \cdot V = h \cdot \nu_{\max}$ gegeben sind (e das Elementarquantum, V die Spannung, h die Plancksche Konstante, ν_{\max} die Maximalfrequenz) und keine Tendenz zeigen, bei höheren Spannungen (bis zu 100 000 Volt) zurückzubleiben. Die von Rutherford gefundenen Abweichungen erklären sich daraus, daß die von ihm benutzte Absorptionsmethode nicht die Maximalfrequenzen, sondern zu kleine Werte ergibt, deren Abweichung von den wirklichen Werten mit wachsender Spannung zunimmt.

Auf Grund von seit 1908 in Cincinnati durchgeführten Versuchen über den **radioaktiven Niederschlag aus der Luft auf ungeladene Drähte** kommt S. J. M. Allen (Phys. Rev. 7, S. 133, 1916) zu dem Schluß, daß derselbe den in der stark rauchhaltigen Atmosphäre dieser Stadt in großer Menge befindlichen Rußteilchen zu verdanken ist, welche als Träger für ihn dienen. Der Niederschlag besteht aus einer Mischung verschiedener Zerfallsprodukte des Radiums, während die des Thors höchstens 10 % ausmachen. Seine Menge entspricht im allgemeinen dem Rußgehalt. Die Aktivität ist von der Jahreszeit nur wenig abhängig; sehr gering ist sie nach andauerndem starken Regen.

Zur Bestimmung sehr kleiner Kapazitäten von 1 bis 2 cm benutzt W. C. Baker (Phys. Rev. 7, S. 112, 1916) das folgende Verfahren: Er verbindet die gesuchte Kapazität x mit einem auf das Potential V geladenen Plattenkondensator der Kapazität K' , trennt beide, entladet x und setzt dieses Verfahren n mal fort. Dann wird durch Änderung des Plattenabstandes von d' auf d'' die Kapazität des Vergleichskondensators auf einen solchen Wert K'' gebracht, daß sein Potential wieder den ursprünglichen Wert V hat. Es besteht dann die einfache Gleichung $K'/(K' + x) = \sqrt[n]{K''/K'} = \sqrt[n]{d'/d''}$, aus der sich x berechnet. Die Genauigkeit ist ziemlich groß, da nur die n -te Wurzel des Kapazitäts- bzw. Abstandsverhältnisses in die Rechnung eingeht. Man kann sie noch erhöhen, wenn man eine zweite Versuchsreihe anschließt, bei welcher man von K'' als Anfangskapazität ausgeht und wie vorher verfährt, da dann etwaige Fehler in der Potential- oder Abstandsbestimmung beidemale mit gleicher Größe, aber entgegengesetztem Vorzeichen auftreten und sich somit bei der Mittelbildung aufheben.

Versuche zur Feststellung des **Einflusses der Magnetisierung auf die Absorption der Röntgenstrahlen** im Eisen, wobei die Kraftlinienrichtung auf der der Strahlen senkrecht stand, hatten zu einem negativen Ergebnis geführt, obwohl eine Änderung von

1 auf 10 000 zu messen gewesen wäre. Dagegen haben neuere Versuche von A. H. Forman (*Phys. Rev.* 7, S. 119, 1916), bei welchen die Richtungen der Kraftlinien und der Röntgenstrahlen parallel zueinander waren, gezeigt, daß das Eisen durch Magnetisierung in einem Felde von 3500 Gauß um 5 % weniger durchlässig wird. Durch die Magnetisierung werden die Moleküle des Eisens so gerichtet, daß sie sämtlich ihre Ebenen maximaler Absorption parallel zueinander zu stellen suchen. Diese fallen mit der Ebene der Elektronenringe überein, welche um die Moleküle kreisen und sie zu Elementarmagneten machen.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, beschränkt sich unsere Kenntnis der **luftelektrischen Größen** auf Europa. Es ist deshalb eine wertvolle Bereicherung unseres Wissens hierüber, wenn derartige Beobachtungen über See oder auch in äquatorialen Gegenden und auf der südlichen Halbkugel angestellt werden. Messungen von J. R. Wright und O. F. Smith (*Phys. Rev.* 7, S. 49, 1916) über den Gehalt der Atmosphäre an freien Ionen in Manila (3 m), Baguio (1500 m) und auf dem Mount Pauai (2460 m über dem Meere) ergaben, daß der Ionengehalt etwa derselbe ist wie an anderen Orten, so daß ein öfter vermuteter Einfluß der starken tropischen Sonnenstrahlung nicht nachzuweisen ist. Der Ionengehalt wächst mit der Höhe an und folgt ziemlich gut den täglichen Schwankungen der relativen Feuchtigkeit. Das Verhältnis der Zahl der positiven zu der der negativen Ionen war in den beiden ersten Orten im Mittel nahezu 1, auf dem Mount Pauai 1,24; häufig waren die Einzelwerte auch kleiner als 1, woraus auf negatives Potentialgefälle geschlossen werden kann.

Lösungen von Metallen, wie Natrium, Kalium oder Magnesium, in **flüssigem Ammoniak oder Alkylaminen** weisen alle, unabhängig vom Metall und dem Lösungsmittel, dieselbe blaue Farbe auf. Diese kann somit nicht auf undissoziierte Moleküle oder abgespaltene gelöste Elektronen, sondern nur auf ungelöste Elektronen zurückgeführt werden, da im ersten Falle die Farbe vom Metall und im zweiten vom Lösungsmittel abhängen müßte. Um dies zu prüfen, untersuchen G. E. Gibson und W. L. Argo (*Phys. Rev.* 7, S. 33, 1916) die Absorptionsspektren verdünnter Lösungen von Natrium und Magnesium in flüssigem Ammoniak im sichtbaren Spektrum in Quarzgefäßen bei $-33,5^{\circ}$ und finden, daß zwei solcher Lösungen, welche gleich intensive Färbung aufweisen, auch dasselbe Absorptionsspektrum zeigen. Bei verschiedenen Konzentrationen scheinen Natriumlösungen auch das Beersche Gesetz zu erfüllen. Zu der Drudeschen Theorie der metallischen Dispersion ergibt sich zwar ein qualitativer, aber kein quantitativer Zusammenhang. Diese würde eine 30-millionenmal größere Leitfähigkeit und bei einer 0,001-Normallösung für jedes Elektron 1000 Elektronen fordern, so daß danach doch wohl nicht die ganze Färbung auf die ungelösten Elektronen zurückgeführt werden kann.

Ionisiert man ein Gas und entfernt dann plötzlich die Ionisierungsquelle, so nimmt die Leitfähigkeit zunächst stark, dann langsamer ab infolge der Wiedervereinigung der negativen und positiven Ionen, und zwar ist diese proportional dem Produkt der beiden Ionenzahlen oder, bei gleichen Mengen der Ionen

beider Vorzeichen, proportional ihrem Quadrat. Nimmt man nun an, daß die **Leitfähigkeit, welche das Selen bei der Belichtung erwirbt**, durch eine Abspaltung von Elektronen unter dem Einfluß des Lichtes erfolgt, so werden bei der Verdunklung ähnliche Verhältnisse vorliegen, und es wird somit die in einer bestimmten kleinen Zeit erfolgende Abnahme der Leitfähigkeit proportional dem Quadrat derjenigen Leitfähigkeit sein, welche das Selen bei der Belichtung zeigt. Den Proportionalitätsfaktor muß man sinngemäß auch hier als den Koeffizienten der Wiedervereinigung bezeichnen. Eine gewisse Stütze für diese Auffassung haben Versuche von K. J. Dieterich (*Phys. Rev.* 7, S. 551, 1916) gebracht. Er findet, daß bei einem Selenkristall dieser Koeffizient mit wachsender Temperatur in derselben Weise abnimmt wie bei den Gasen. Innerhalb eines weiten Temperaturbereiches ist ferner der Betrag der Wiedervereinigung innerhalb der ersten Hundertstel-Sekunden nach der Verdunkelung proportional der Leitfähigkeit bei Belichtung. Die Lichtempfindlichkeit ist nahezu unabhängig von der Temperatur, doch tritt eine gewisse Tendenz zu einem Maximum zwischen 30 und 50° auf. Zwischen 0 und 50° scheint auch der Hell- und der Dunkelwiderstand etwas anzuwachsen, während er im allgemeinen mit wachsender Temperatur abnimmt.

Eine sehr einfache **Methode zur Erzeugung kräftiger gefärbter Flammen** beschreibt G. Hirschel (*Rec. Trav. Chim. Pays Bas* 34, S. 110, 1916). Er benutzt dazu den gewöhnlichen Apparat zur Untersuchung des Funkspektrums von Flüssigkeiten in der Form des Fulgurators von Delachanal und Marmet. Dieser besteht im wesentlichen aus einem Glasrohr, in dessen Boden ein Platindraht eingeschmolzen ist, der durch ein ihn um 1 mm überragendes Kapillarrohr umgeben wird und als Kathode dient. Er ist von der Flüssigkeit bedeckt, wozu bei geeigneten Abmessungen schon ein einzelner Tropfen genügt. Die positive Elektrode, ein in ein Glasrohr eingeschmolzener Platindraht, wird ihm von oben so lange genähert, bis der Funke möglichst kräftig gefärbt ist. Leitet man nun durch den Apparat mittels zweier seitlicher Röhren einen Gasstrom, am besten Wasserstoff, und entzündet diesen in einem Brenner, so wird auch die Gasflamme durch das zerstäubte Salz kräftig gefärbt. Die Menge desselben und damit die Intensität der Flammenfärbung hängt von der Stellung der beiden Elektroden ab und wächst mit der Unterbrecherzahl und der primären Stromstärke des Induktors. Am besten ist ein kleiner Induktionsapparat mit Elektrolytunterbrecher, der mit etwa 4 bis 6 Volt getrieben wird. Bei Metallsalzen verwendet man vorteilhaft das Knallglasgebläse. Will man die Salzspektren der Bunsenflamme untersuchen, so ist es vorteilhafter, den Luftstrom durch den Zerstäuber zu leiten und das Austrittsrohr einer der Luftöffnungen des Brenners zu nähern. Als Maß für die Empfindlichkeit genüge die Angabe, daß man die rote Kaliumlinie noch bei Verwendung einer nur 0,01-prozentigen Lösung beobachten kann. Benutzt man eine ziemlich gesättigte Kochsalzlösung, so erhält man eine sehr helle Natriumflamme, die bei Polarisationsbeobachtungen und anderen optischen Untersuchungen zu gebrauchen ist. Man wird indessen hierbei ein Filter vorschalten müssen, da außer den beiden D-Linien auch die Dubletts bei 568,8 und 498 μ auftreten.

G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 37.

15. September 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Ergebnisse der experimentellen Flecktyphusforschung. Von *Prof. Dr. Martin Mayer*, Hamburg. S. 557.

Neuere Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution und Wirkung. Von *Dr. P. Karrer*, Frankfurt a. M. S. 562.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur zentrischen reflexlosen Oculomotorik. Von *Hugo Wolff*. S. 567.

Kleine Mitteilungen:

Bewegungsgesetze des Sternenalls. Dichte und Atomvolumen isotoper Bleie. Ueber die Hochfrequenzspektra (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge. S. 567—568.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort

von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 9/10 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen

Von

Dr. Hans Meyer

o. ö. Professor der Chemie an der Deutschen Universität zu Prag

Dritte, vermehrte und umgearbeitete Auflage

Mit 323 in den Text gedruckten Figuren

Preis M. 42,—; in Moleskin gebunden M. 44.80

Inhaltsübersicht:

Erster Teil.

Reinigungsmethoden für organische Substanzen und Kriterien der chemischen Reinheit. — Elementaranalyse. — Ermittlung der Molekulargröße.

1. Vorbereitung der Substanz zur Analyse. Reinigungsmethoden für organische Substanzen. 2. Kriterien der chemischen Reinheit und Identitätsproben. Bestimmung der physikalischen Konstanten. 3. Elementaranalyse. — 4. Ermittlung der Molekulargröße.

Zweiter Teil.

Ermittlung der Stammsubstanz.

1. Abbau durch Oxydation. 2. Alkalischmelze. 3. Reduktionsmethoden.

Dritter Teil.

Qualitative und quantitative Bestimmung der organischen Atomgruppen.

1. Nachweis und Bestimmung der Hydroxylgruppe. 2. Nachweis und Bestimmung der Carboxylgruppe. 3. Nachweis und Bestimmung der Carbonylgruppe. 4. Methoxylgruppe und Äthoxylgruppe. — Höhere Alkoxyle. — Methylenoxydgruppe. — Brückensauerstoff. 5. Primäre, sekundäre und tertiäre Amingruppen. — Ammoniumbasen. — Nitrilgruppe. — Isonitrilgruppe. — An den Stickstoff gebundenes Alkyl. — Betaingruppe. — Säureamide. — Säureimide. 6. Diazogruppe. — Azogruppe. — Hydrazingruppe. — Hydrazogruppe. 7. Nitroso- und Isonitrosogruppe. — Nitrogruppe. — Jodo- und Jodosogruppe. — Peroxyde und Persäuren. 8. Schwefelhaltige Atomgruppen. 9. Doppelte und dreifache Bindungen. — Gesetzmäßigkeiten bei Substitutionen. 10. Organische Mikroanalyse nach Fritz Pregl. — Mikro-Schwefel- und Halogenbestimmung nach Jul. Donau. — Nachträge.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

15. September 1916.

Heft 37.

Die Ergebnisse der experimentellen Flecktyphusforschung.

Von Prof. Dr. med. Martin Mayer, Hamburg.

Als durch den Krieg an der Ostfront und durch russische Kriegsgefangene auch innerhalb Deutschlands der Flecktyphus auftrat, wandte sich auch bei uns das Interesse der Erforschung dieser Seuche weiteren ärztlichen und zoologischen Kreisen zu.

Die Frage nach dem Erreger war schon lange in den verschiedensten ihrer Verbreitungsgebiete studiert worden, ohne daß eindeutige Ergebnisse erzielt worden waren. Weitere Fortschritte auf diesem Gebiet waren erst zu erwarten, nachdem die Übertragung der Krankheit auf Tiere und die Art der natürlichen Übertragungsweise sichergestellt waren.

Die Übertragung des Flecktyphus auf Tiere ist zuerst erfolgreich von *Nicolle*, *Conseil* und *Conor* in Tunis ausgeführt worden. Sie konnten die Krankheit durch Blutüberimpfung auf Affen erzeugen. Dieser experimentelle Flecktyphus des Affen äußert sich fast ausschließlich durch ein mit Mattigkeit und Abmagerung einhergehendes Fieber, dem sich seltener ein Hautausschlag zugesellt. Am geeignetsten war *Macacus sinicus*. Diese Infektion von Affen wurde von mehreren anderen Forschern bestätigt. Dann gelang es den genannten Forschern und kurz danach *Gavino* und *Girard*, zu zeigen, daß auch das Meerschweinchen für Flecktyphus empfänglich ist. Der durch Blutüberimpfung erzeugte Flecktyphus des Meerschweinchens äußert sich lediglich durch ein 7 bis 21 Tage nach der Impfung auftretendes und 4 bis 10 Tage andauerndes Fieber. Auch bei ihm kann die Krankheit durch lange Passagereihen von Tier zu Tier weiter überimpft werden, insbesondere konnten dies auch *v. Prowazek* und *da Rocha-Lima* bestätigen.

Was nun die wichtigste Frage, nämlich die natürliche Übertragungsweise betrifft, so war schon lange die ungeheure Ansteckungsfähigkeit des Flecktyphus aufgefallen; dabei war der Flecktyphus stets eine Seuche der Ärmsten und Schmutzigsten und trat da epidemisch auf, wo unter schmutzigen äußeren Verhältnissen viele Menschen zusammengepfercht in dichter Gemeinschaft sich aufhielten, so in Gefängnissen, Herbergen, Gefangenenlagern; auch die kühle Jahreszeit, die solches begünstigt, bevorzugt der Flecktyphus. Dies brachte den Gedanken auf Übertragung durch Insekten, und während gegen Flöhe und Wanzen vielerlei sprach, mehrten sich die Beweise für die Überträgnatur der Läuse, und

zwar speziell der Kleiderläuse. Den experimentellen Beweis hierfür haben zuerst *Nicolle*, *Compte* und *Conseil* 1909 erbracht. Sie ließen Kleiderläuse zuerst an einem infizierten Affen und später an zwei gesunden saugen; diese erkrankten und ihr Blut war für andere Affen infektiös. In zahlreichen Experimenten sind inzwischen diese Versuche bestätigt worden; meist verlief die experimentelle Erkrankung nur leicht, und erst die spätere Immunitätsprüfung durch Einspritzen von sicher virulentem Blut (wonach das Tier gesund bleiben mußte) lieferte den endgültigen Beweis. Es tritt nämlich sowohl beim Menschen wie beim Tier nach überstandener Erkrankung eine lange — vielleicht dauernd — anhaltende Immunität gegen Neuerkrankung auf.

Die Übertragung des Virus von Läusen auf Meerschweinchen gelang zum ersten Mal *Rocha-Lima*, und zwar unter 10 Versuchen achtmal, durch Einspritzen des Saftes zerquetschter Läuse; dabei wurden zwei hiervon mit winzigen Mengen aus herauspräparierten Organen einer einzigen Laus erfolgreich infiziert. Sog. Kreuzimmunisierungen und Passagen bewiesen, daß es sich dabei um echten Meerschweinchenflecktyphus handelte.

Die Frage, ob die Laus gleich nach dem Saugen infektiös sei oder eine Entwicklung der noch unbekannten Erreger in ihr erst stattfinden müsse, prüften zuerst *Nicolle* und *Conseil*, indem sie an Affen infizierte Läuse 1—3 Tage bzw. 5—7 Tage bzw. 9—12 Tage nach der Infektion an neuen Affen saugen ließen. Nur die am 5.—7. Tage angesetzten Läuse vermochten typische Krankheit bei Affen zu erzeugen. Somit war eine Entwicklung in der Laus wahrscheinlich gemacht. Auch ein Versuch von *Wilder* (1911) sprach dafür, daß die Laus nicht vor dem 5.—6. Tage nach dem letzten Kontakt mit dem infizierten Wirt übertragen kann. *Rocha-Lima* hat dann bei Meerschweinchenversuchen auch erst vom 5. Tag nach der infektiösen Mahlzeit der Läuse ab Tiere infizieren können, und *Töpfer* hat über ähnliche Ergebnisse mit Läusen vom 4. Tag ab berichtet.

Durch die Versuche der französischen Forscher waren somit 2 Punkte bewiesen, die der weiteren Forschung nach dem Erreger die Bahnen zeigten: er mußte während der Krankheit im Blute kreisen und mußte im Überträger, der Kleiderlaus, gesucht werden¹⁾.

¹⁾ Daß auch die der Kleiderlaus nahe verwandte Kopflaus unter Umständen als Überträger in Frage kommen könnte, zeigten Versuche von *Ricketts* und

Die *Verimpfung des Blutes auf Tiere* durch *Nicolle* und seine Mitarbeiter ergab zunächst, daß das Virus während des ganzen Verlaufs der Krankheit im Blute vorhanden ist; sie ergab ferner, daß es hauptsächlich oder vielleicht ausschließlich an die Leukozyten gebunden ist. Dies wurde von ihnen bewiesen, indem sie Affen mit Plasma (von mit Natrium citricum ungerinnbar gemachtem Blut), mit gewaschenen roten Blutkörperchen und mit durch Zentrifugieren getrennten Leukozyten infizierten. Der erste Affe erkrankte ganz leicht (durch Zerstören von Leukozyten freigewordene Erreger?), der zweite gar nicht, der dritte typisch. Wenn diese Ergebnisse auch nicht vollauf bestätigt werden konnten, so konnte doch u. a. mehrfach gezeigt werden, daß das Serum hochvirulenten Blutes tatsächlich avirulent war.

Für die Beurteilung aller fraglichen, im Blut gefundenen Erreger war zuerst die Frage zu lösen, ob er etwa filtrierbar bzw. ultramikroskopisch sei. Es zeigte sich bei Filtrationsversuchen, daß das Virus meist sogar von Berkefeldfiltern zurückgehalten wurde, während leicht filtrierbare Körperchen noch mikroskopisch sichtbar gemacht werden können. Ganz sicher ist jedoch die Frage der Filtrierbarkeit des Virus noch nicht entschieden, da bei den meisten Versuchen verschiedene Fehlerquellen nicht beachtet worden sind; daß unter Umständen das Virus filtrierbar ist, dafür sprechen einige Versuche *v. Prowazeks*, die er aber selbst noch fortzusetzen die Absicht hatte.

Es sind nun im Blute Flecktyphuskranker eine ganze Reihe von *mikroskopischen* Gebilden im Laufe der Jahre beschrieben worden; bald waren es den Bakterien, bald den Protozoen zugeschriebene Dinge. Über die ersteren hatte naturgemäß die Züchtung den Ausschlag zu geben; von letzteren sind die meisten als Fehldeutungen erkannt worden. Besonders erwähnenswert erscheinen die Befunde von *Ricketts* und *Wilder*, *Gavino* und *Girard* sowie *v. Prowazek*. *Ricketts* und *Wilder* fanden im Blute am 7.—11. Krankheitstage winzige Stäbchen und Doppelkörnchen frei im Plasma, die sich nach Giemsa gut färbten; sie stellten sie in die Nähe der als Erreger von Septikämien bei Tieren bekannten Pasteurellagruppe. *Gavino* und *Girard* sahen die Körperchen wieder und hielten sie wegen der schweren Färbbarkeit mit gewöhnlichen Anilinfarben und der Nichtzüchtbarkeit nicht für Bakterien der Pasteurellagruppe; sie fanden außerdem in Milzausstrichen eines Affen ähnliche Körperchen in Leukozyten und mononukleären Zellen, sie hielten ihre Körperchen für Zelldegenerationsprodukte. *Nicolle* und *Jaegy* sahen in Leukozyten 1910 sehr feine Körperchen im Protoplasma auf-

Wilder, die *Anderson* und *Goldberger* bestätigen konnten. Verschiedene Beobachtungen machen es nicht wahrscheinlich, daß dies unter natürlichen Verhältnissen häufiger ist.

treten, die sich von den normalen neutrophilen Granulationen unterschieden. Ihre Färbbarkeit und Zahl nahm zu mit der zunehmenden Zerstörung des Kernes und dem Verschwinden der neutrophilen Granula. *v. Prowazek*, der, von dem Gesichtspunkt ausgehend, daß nach den oben erwähnten Versuchen das Virus an den Leukozyten haften, von Beginn seiner Flecktyphusforschungen — 1913 in Serbien — an auch der mikroskopischen Untersuchung der Leukozyten seine Aufmerksamkeit widmete, fand gleichfalls ganz charakteristische Körperchen und kam bereits in seiner vorläufigen Mitteilung (1913) zu folgendem Ergebnis: „Die Körperchen möchte ich mit Vorbehalt auf Grund ihres regelmäßigen spezifischen Verhaltens, ihrer numerischen Zunahme bei der Krankheit, ihrer Art von Vermehrung, ihrer Lagerung im Protoplasma und ihres sonstigen Verhaltens für Organismen, und zwar für Strongyloplasmen im Sinne von *Lipschütz* halten.“ In seiner erst nach seinem Tode erschienenen ausführlichen Arbeit über diese Ergebnisse begründete er diese Ansicht eingehend und betonte besonders, daß sie nicht auf dem Verhalten im Giemsapräparat allein, sondern auf dem gesamten Verhalten während der Krankheit, im Tierexperiment, bei den verschiedenen Färbversuchen und sonstigen Experimenten (Untersuchung der Lumbarflüssigkeit, der Gewebsausstriche, der künstlichen Exanthembblasen usw.) basiere. Auf alle diese Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden; es mag aber allen allein auf flüchtiger Betrachtung einiger Leukozyten bei Giemsa-Färbung gegen *v. Prowazeks* Angaben erhobenen Einwänden, daß es sich eben doch nur um veränderte Leukozytengranula handele, gegenüber besonders betont werden, daß *v. Prowazek* erst nach vielen Monaten eingehender Untersuchungen und Versuche sich zu seiner Ansicht bekannte, und daß nur eine Nachprüfung auf ebensolcher ernster und breiter Grundlage als stichhaltig beachtet werden könnte.

Neuerdings hat *Stempell* Einschlüsse beschrieben, die er bei der Photographie im ultravioletten Licht in 20 % der untersuchten Leukozyten von Flecktyphusblut nachgewiesen hat, über die ja *Koch* in Heft 29 dieser Zeitschrift berichtet hat. Daß sie „den mutmaßlichen Erreger“ darstellen, ist recht unwahrscheinlich. Die Abbildungen der Bildausschnitte, die dazu durch die verschiedene Einstellung, Vergrößerung und das umständliche Kopierverfahren beeinflusst werden, lassen viele Deutungen zu. Der ganz abgebildete Leukozyt erscheint viel unschärfer und die Granula viel verschwommener als in den 1906 von *Grawitz* und *Grüneberg* veröffentlichten vorzüglichen Abbildungen der Blutelemente im ultravioletten Licht. Mit den mir wohl vertrauten „*Prowazekschen* Körperchen“ in den Leukozyten haben die *Stempellschen* Gebilde bestimmt nichts gemein.

Haben somit die mikroskopischen Befunde im Blut noch zu keinem sicheren Resultate geführt,

so kann man dasselbe auch heute noch von den Züchtungsversuchen des Erregers sagen. Es sind eine ganze Anzahl von Bakterien aus dem Blute und Organen Flecktyphuskranker bzw. Leichen gezüchtet worden. Von diesen seien hier nur erwähnt ein von *Rabinowitsch* gefundener *Diplobazillus*, der auf gewöhnlichen Nährböden wuchs und den er *Diplobacillus exanthematicus* benannte. Einige Autoren konnten ihn wiederfinden, die Mehrheit aller aber — und darunter zahlreiche geübte Bakteriologen — fanden, daß virulentes Flecktyphusblut sich bakteriologisch wie steril erwies. Erst neuerdings wieder sind von den amerikanischen Forschern *Plotz*, *Olitzky* und *Baehr* zunächst in Amerika und dann in Serbien unter sehr sorgfältiger Versuchsanordnung bei anaerober Kultur kleine, pleomorphe, grampositive, unbewegliche Bazillen aus dem Blute von Flecktyphuskranken gezüchtet worden. Der Nährboden war Traubenzuckeragar mit Ascitesflüssigkeit. Die sog. Komplementbindungsreaktion und die Agglutination war mit dem Serum von entfieberten Kranken positiv. Eine Übertragung auf Tiere ist nicht mit Sicherheit gelungen. Die Autoren glauben an die Erregernatur des Bazillus, den sie *Bacillus typhi exanthematici* benannten. Verschiedentlich ist es bei der Nachprüfung gelungen, ähnliche Bazillen aus Flecktyphusblut zu züchten. Die Spezifität des Bazillus ist jedoch noch nicht bewiesen, und die Erfahrungen bei anderen Infektionskrankheiten (Gelbfieber, Schweinepest) machen es nicht unwahrscheinlich, daß es sich um Mischinfektion bzw. Begleitbakterien handelt. Es könnten ja z. B. solche anaeroben Bakterien bei diesen fieberhaften Erkrankungen aus dem Darm in die Blutbahn gelangt sein. Auf jeden Fall dürften allgemeine Schutzimpfungen mit diesem Bazillus, ehe die Frage weiter geklärt ist, noch nicht am Platze sein.

Mikroskopische Untersuchungen im Überträger selbst hatten zunächst nur wenige vorgelegen. *Ricketts* und *Wilder* schrieben 1910: „Polarfärbare Körperchen werden gelegentlich im Kot und Darminhalt normaler Läuse gefunden, während solche fast konstant, oft in großen Mengen, in gleichem Material von infizierten Läusen anwesend waren.“ *v. Prowazek* hatte bei seiner ersten Flecktyphusexpedition nach Serbien nur einige Läuse untersuchen können und erwähnte in seiner vorläufigen Mitteilung (1913): „In einem Falle waren kleine kokkenähnliche Gebilde auch in Diploform zu beobachten.“ *Sergeant*, *Foley* und *Vialatte* beschrieben 1914 ähnliche, kleinste Körperchen (Coccobazillen), die sie massenhaft in Ausstrichen von Flecktyphusläusen fanden, niemals in solchen von gesunden Läusen. Sie kamen zu dem Schluß: „Wenn die Coccobazillen nicht das Virus des Flecktyphus selbst sind, so kann man behaupten, daß es, wie dies bei mehreren „Pasteurella“ der Fall ist, ständige („témoin“) Begleitbakterien des wirklichen, unsichtbaren Virus sind.“

v. Prowazek und *Rocha-Lima*, die ihre Flecktyphusexpedition des Hamburger Tropeninstituts nach der Türkei 1914 wegen des Kriegsbeginnes abbrechen mußten, wurden beim Ausbruch der großen Flecktyphusepidemie im Russenlager Kottbus Ende 1914 vom Kriegsministerium mit wissenschaftlichen Untersuchungen daselbst beauftragt. Dort fielen bald *Rocha-Lima* massenhaft kleine Körperchen in den Läusen der Kranken auf, die *v. Prowazek* mit den von ihm früher gesehenen identifizierte. Sie waren in solchen Mengen und solcher Regelmäßigkeit vorhanden, daß die weitere systematische Erforschung begonnen wurde, bei der ja leider *v. Prowazek* einer Flecktyphusinfektion erlag. *Rocha-Lima*, später gleichfalls infiziert, genaß und konnte die Forschungen in zahlreichen, mühsamen Experimenten so erfolgreich weiterführen, daß er nach 1½-jährigen Untersuchungen seine am 15. Januar 1916 vorläufig veröffentlichten Ergebnisse am 26. April auf der Pathologentagung nicht nur erweitern, sondern auch Beweisgründe dafür bringen konnte, daß die Körperchen die Erreger des Flecktyphus seien. Da die Frage, ob Bakterien oder Protozoen, noch nicht gelöst, gab er ihnen, „den großen, dem Fleckfieber zum Opfer gefallenen Forschern *v. Prowazek* und *Ricketts* zu Ehren“, den Namen *Rickettsia Prowazeki*.

Die Körperchen, die *Rocha-Lima* zunächst in etwa 95 % aller untersuchten Flecktyphusläuse gefunden und bei über 100 gesunden Läusen vermißt hatte, beschrieb er als kleine, kurz elliptische, olivenförmige Körperchen, die sich biskuit- bzw. hantelförmig teilen. Sie liegen vielfach paarweise aneinander, durch eine bedeutend blasser gefärbte, sie umhüllende Substanz verbunden. Ungefähre Größenbestimmung ließ sie ihn auf $0,3 \times 0,4 \mu$, bei der Teilung auf $0,3 \times 0,9 \mu$ schätzen. Die Körperchen färben sich im Gegensatz zu den meisten Bakterien mit gewöhnlichen Anilinfarben sehr schlecht, dagegen vorzüglich mit Giemsa-färbung. Der Befund der Körperchen in *Ausstrichpräparaten allein*, wo sie ja bereits, wie erwähnt, vorher andere Forscher gesehen hatten¹⁾, genügt natürlich trotz des Fehlens bei anderen Läusen keinesfalls, um die ätiologische Bedeutung sicherzustellen, da im Darme aller Tiere Mikroorganismen vorkommen. Wahrscheinlicher wurde sie dadurch, daß es *Rocha-Lima* gelang, in *Schnittpräparaten von Läusen innige Beziehungen dieser Gebilde zu den Epithelzellen des Magendarmkanals festzustellen*²⁾. Sie dringen in diese ein, ver-

¹⁾ Einige Wochen nach *Rocha-Limas* erster Veröffentlichung hat auch *Töpfer* in einem Vortrag am 23. Februar 1916 berichtet, daß er außer einer Spirochäte kleinste Körperchen unabhängig von *Rocha-Lima* in *Ausstrichen* von Flecktyphusläusen gefunden habe.

²⁾ Die irrtümliche Angabe von *Koch* in Heft 29 dieser Zeitschrift, daß *Stempel* „dabei als erster eingehende Studien, wie sie die moderne mikroskopische Technik gestattet, über diesen Gegenstand angestellt habe“, beruht wohl auf Unkenntnis der *Rocha-Limas* Arbeit.

mehren sich darin ungeheuer, so daß die Zellen ballonartig nach dem Magenumen zu aufgebläht werden, schließlich platzen und Klumpen der Parasiten dann frei im Mageninnern liegen. Die Figuren 1—4, der ersten Arbeit *Rocha-Limas* entnommen, erläutern das Gesagte besser als eine lange Beschreibung; zum Vergleich ist ein Ausschnitt aus der Magenwand einer normalen Laus



Fig. 1. Schnittpräparat vom Darm einer normalen Laus nach Giemsa-Färbung. 1000 fach.

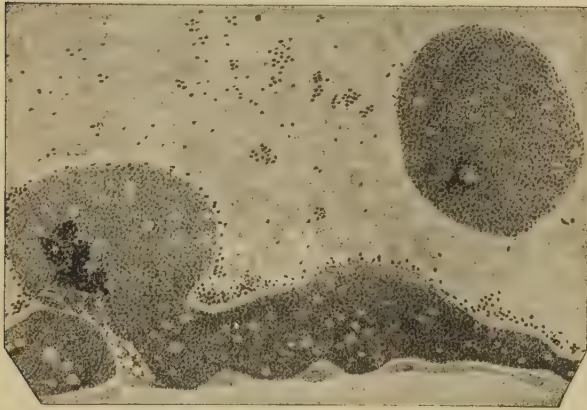


Fig. 2.

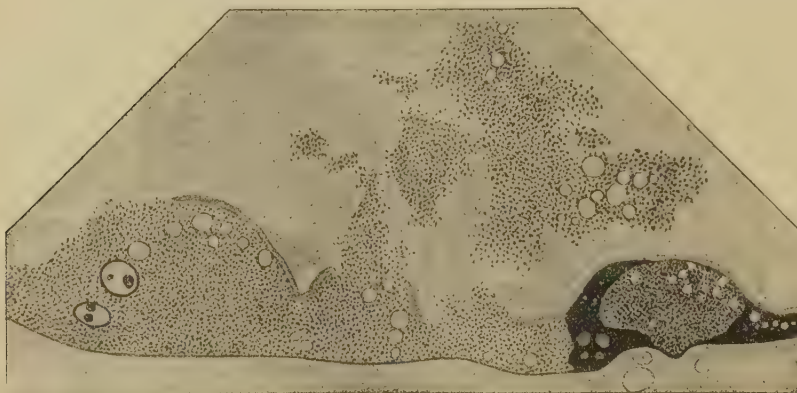


Fig. 3.

Fig. 2 u. 3. Schnittpräparate vom Darm zweier Flecktyphusläuse. 1000 fach. Die Zellen sind nicht wie bei Fig. 1 dunkel und homogen gefärbt, sondern aufgebläht, hell und enthalten die Parasiten in Form dunkler Körnchen, die nach Platzen der Zellen frei ins Innere des Darms in Haufen zu liegen kommen. Bei Fig. 3 rechts noch zum Teil normale dunkle Zellbestandteile.

beigefügt. Zur völligen Sicherstellung war es zunächst nötig, durch Saugenlassen gesunder Läuse an Flecktyphuskranken diese Infektion künstlich zu erzeugen und in den Läusen weiter zu verfolgen. Die Technik zu diesen Experimenten wurde von *H. Sikora* im Hamburger Tropeninstitut ausgearbeitet, die bei ihren anatomischen Studien über die Kleiderlaus auch die histologische Technik zur Erhaltung feinsten Schnitte (höchstens 3—4 μ dicke Schnitte gestatten die Erkennung von Einzelheiten, wie in Fig. 1—3) vervollkommen hatte¹⁾. Sie konstruierte zum Ansetzen der Versuchsläuse aus Galalithplatten geschnittene, aufklappbare Kästchen, die mit feinsten Müllergaze zum Durchstechen bekleidet sind und wie ein Armband angeschnallt werden können. Fig. 5 bildet ein derartiges Käst-

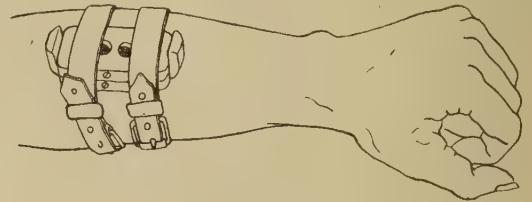


Fig. 5. Läusekäfig nach *Sikora*.

chen ab. Dabei zeigte sich, daß die Läuse mindestens zweimal täglich Menschenblut saugen müssen, während das Blut der gebräuchlichen Laboratoriumstiere (Meerschweinchen, Mäuse, Kaninchen) für sie fast unverdaulich ist. Der Läusebiß verursacht nur sehr wenig oder gar keine Schmerzen, und nur wenige Leute reagieren dabei mit leichter Hautentzündung, so daß 100 Läuse in einem Käfig ohne weiteres selbst

¹⁾ *H. Sikora*, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der Kleiderlaus (*Pediculus vestimentis* Nitzsch). I. Anatomie des Verdauungstraktes. Archiv f. Schiffs- und Tropenhygiene Bd. 20, 1916, Beiheft 1.



Fig. 4. *Rickettsia Pro-wazeki* Rocha-Lima; aus Ausstrich einer Flecktyphuslaus; Giemsa-Färbung. 3000 fach.

bei Kindern angesetzt werden können. Da nach etwa 6 Tagen junge Larven aus den abgelegten Eiern ausschlüpfen, müssen diese alle 4 Tage entfernt und in Käfige mit entsprechend engeren Maschen gelegt werden.

Rocha-Lima nahm nun gesunde Läuse aus fleckfieberfreier Gegend (Hamburg) nach Polen mit und fütterte sie an Fleckfieberkranken. Er konnte bei solchen Läusen dann die erfolgte Infektion feststellen, während Läuse aus derselben Gruppe, die nur bei Gesunden und anderen Kranken gesogen hatten, frei von den Parasiten blieben.

Die Entwicklung der Rickettsien in der Laus ist von der Temperatur abhängig. Solange *Rocha-Lima* die zweimal täglich gefütterten Läuse bei etwa 23° hielt, fand er keine Körperchen; bei einer Temperatur von 32° aber entwickelten sie sich regelmäßig. Die Übertragungsmöglichkeit des Flecktyphus auf Meerschweinchen durch Einspritzen von Läuseextrakten ging damit Hand in Hand. Sie ist, wie oben erwähnt, *Rocha-Lima* zuerst gelungen, und in dem besonders angeführten Versuch wimmelten die Organeile von Rickettsien.

Bis zum 4. Tag nach dem erstmaligen Ansetzen der Läuse an Flecktyphuskranken fielen ebenso wie der mikroskopische Befund auf Rickettsien, auch der Tierversuch (s. oben) negativ aus. Vom fünften Tag ab war der Rickettsienbefund und Infektiosität für Meerschweinchen positiv; in Versuchen von *Töpfer* (Vortrag Warschau) war dies schon nach 4 Tagen der Fall.

Vieles in der Epidemiologie des Flecktyphus spricht nun dafür, daß die Erreger in der Laus vererbt werden. *Sergent*, *Foley* und *Vialatte* konnten dies zuerst experimentell beweisen; sie zerrieben 55 einem Kranken entnommene Nissen und trugen sie auf eine leicht skarifizierte Hautstelle eines Menschen auf, der nach 5 Tagen an Flecktyphus erkrankte. *Rocha-Lima* konnte bisher — seine Versuche sind noch nicht abgeschlossen — gleichfalls über ein positives Resultat berichten; dabei haben sich die Larven aus den am 6. Tage der mütterlichen Infektion abgelegten Eiern als infiziert erwiesen. Versuche mit dem *Kot* der Laus, der gleichfalls Rickettsien enthält, verliefen bisher negativ.

So war *Rocha-Lima* berechtigt, aus seinen Versuchen zu schließen: „Da dieser nur durch die Aufnahme von Fleckfieberblut sich in der Laus entwickelnde Mikroorganismus in die Darmwand eindringt, sich dort in den Zellen stark vermehrt und wahrscheinlich auch die Speicheldrüse des Fleckfieberüberträgers erreicht, sich also als ein Krankheitserreger im Zwischenwirt verhält, da ferner die Eigenschaft des Fleckfiebersvirus und dieser Parasiten, soweit sie bekannt sind, miteinander übereinstimmen, und da die einzigen im Blut Fleckfieberkranker mikroskopisch nachgewiesenen Gebilde, welche das Aussehen wirklicher Mikro-

organismen bieten¹⁾, dieselbe Größe und Gestalt wie unsere Körperchen aufweisen, läßt sich aus den Ergebnissen meiner Untersuchungen kein anderer ungezwungener logischer Schluß ziehen, als daß der uns beschäftigende Mikroorganismus der langgesuchte Erreger des Fleckfiebers ist.“

In neuerer Zeit hat nun *Stempell* in 5—15 µ dicken Schnitten von 2 unter 7 Flecktyphusläusen — niemals unter gesunden — zahlreich vorhandene, meist spindelförmige, braunpigmentierte Gebilde beschrieben, die am massenhaftesten im Endteile des Mitteldarmes zwischen den bräunlich verfärbten und am meisten verdauten zentral gelegenen Blutmassen sich fanden. Ähnliche Gebilde in spärlicher Zahl fanden sich noch in einigen anderen Läusen. Ich muß mich trotz der Zurückweisung von *Koch* in dieser Zeitschrift (Nr. 29) dem „von medizinischer Seite erhobenen Einwand“ gegen die Parasitennatur der Gebilde anschließen und halte mich dazu auf Grund jahrelanger Erfahrungen und Enttäuschungen bei parasitologischen Untersuchungen an Schnitten der verschiedensten Arthropoden für zuständig. Auf jeden Fall müssen an einem großen Material und Kontrollmaterial erst Beweise geliefert werden; die Forscher, die ein weit größeres Material als *Stempell* untersucht haben (*Rocha-Lima*, *Töpfer*, *Nöller*); konnten nichts derartiges Parasitäres finden.

Die endgültige Lösung der Übertragung durch den *Stich* infizierter Läuse auf Versuchstiere stößt wegen der Giftigkeit des Blutes der empfänglichen Tiere (mit Affen ist es technisch zu schwer, zu experimentieren) auf Schwierigkeiten. *Nöller* versuchte im Kochschen Institut, die Schwierigkeiten zu lösen. Er hielt die ätiologische Bedeutung der Rickettsia prowazeki *Rocha Lima*, die er den Bakterien zurechnet, für nicht mehr anzweifelbar und versuchte nun einerseits, ob am Menschen saugende Tierläuse imstande sind, Rickettsien zu entwickeln oder sich für Flecktyphus empfängliche Tiere fänden, deren Blut für Menschenläuse nicht schädlich ist. *H. Sikora* hatte gefunden, daß die Schweinelaus (*Haematopinus suis*) Menschenblut saugt, doch gelang *Nöller* bisher die Rickettsienentwicklung in ihnen nicht. Dagegen fand er, daß Menschenläuse über 7 Tage lang an Schweinen sich nähren lassen und konnte bereits feststellen, daß das Schweineblut die Entwicklung der Rickettsien in der Kleiderlaus nicht ungünstig beeinflusst. In 2 Serien konnten in Läusen, die 4 Tage auf dem Kranken und dann 2 Tage auf einem Ferkel genährt waren, Rickettsien nachgewiesen werden, während in den am 4. Tag gleich untersuchten noch keine vorhanden waren (entsprechend *Rocha-Limas* Befunden). Mit 7 Larven aus infizierter Brut hatte er bisher keine Erfolge.

So hat denn die Flecktyphusseuche, die unsere Feinde als Gefangene ins Land getragen, außer

¹⁾ Gemeint sind die Körperchen in den Leukozyten.

erfolgreichen praktischen Maßnahmen auch erfolgreiche wissenschaftliche Ergebnisse gebracht. Die Frage nach der Ätiologie ist zwar noch nicht restlos gelöst, aber durch *Rocha-Limas* systematische Untersuchungen ist es sicher, daß wir wenigstens in der Laus den Erreger und einen Teil seiner Entwicklung kennen. Ob die *Rickettsia prowazeki* nun ein Bakterium, Protozoon oder gar ein Mittelding ist, muß weitere Erforschung zeigen, ebenso wie sie mit den Gebilden im Blut in Zusammenhang steht.

Der mühsame, langwierige Weg dieser Forschung, den ich oben kurz geschildert, läßt aber den Wunsch aussprechen, daß auch die weitere Flecktyphusforschung nur in exakter Methodik vorgenommen werden möge, und weder rein theoretisch-spekulativ, noch auf Grund der Entdeckung eines dem betr. Forscher unbekannten Gebildes in einigen Präparaten eigener oder gar fremder Anfertigung gleich ein „neuer Fleckfiebererreger“ beschrieben werden möge; das würde nur neue Verwirrung und Enttäuschungen in die Frage bringen¹⁾.

Neuere Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution und Wirkung.

Von Dr. P. Karrer, Frankfurt a. M.

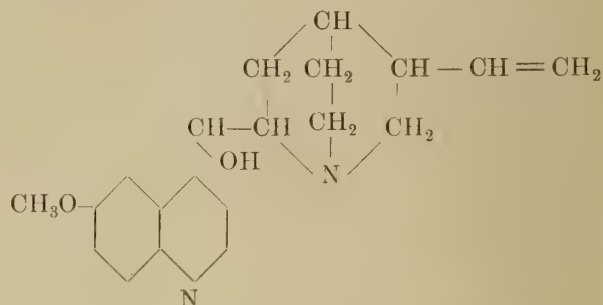
Die Ergründung des Zusammenhangs zwischen chemischer Konstitution und Wirkung stand in den vergangenen letzten Dezennien im Mittelpunkt des biologischen Forschens und hat die bedeutendsten Köpfe zu gemeinsamer Arbeit vereinigt. Und doch wäre es nicht aufrichtig, wenn wir behaupten wollten, daß wir heute dem erstrebten Ziel in absehbare Nähe gerückt wären. Manche Regelmäßigkeiten wurden zwar entdeckt, manche Zusammenhänge aufgeklärt, doch ebenso viele Ausnahmen vereiteln jeden Versuch, die gefundenen Tatsachen als allgemeine Gesetze zu formulieren. „Gesetze“ sollte man überhaupt lieber nicht aufstellen, denn sie fordern nur die Opposition heraus und führen dazu, daß ihr Entdecker in die Defensive gedrängt wird, und besonders bei der Erforschung der Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution und Wirkung ist es klug, sich vor verallgemeinernden Schlüssen zu hüten.

Gerade in den letzten 2—3 Jahren wurde eine ganze Reihe interessanter Beobachtungen gemacht, die uns wieder einige Blicke in das dunkle

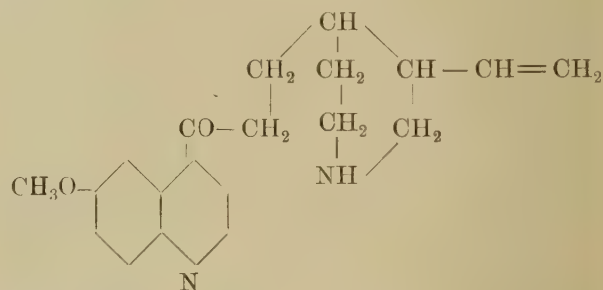
¹⁾ Nur als Kuriosum sei erwähnt, daß soeben *E. Friedberger* (o. ö. Prof. der Hygiene in Greifswald) in „Kritische Bemerkungen zur Flecktyphusfrage“ ohne, wie er selbst sagt, jede eigene experimentelle Grundlage, nicht nur alle experimentellen Ergebnisse ablehnt, sondern auch das Bestehen des Fleckfiebers als einer ätiologisch-spezifischen Infektionskrankheit leugnet. Jede Diskussion des Friedbergerschen Aufsatzes erübrigt sich.

Gebiet der Wechselwirkung zwischen Stoff und Zelle gestatten. Über einiges hiervon soll in den folgenden Zeilen referiert werden; auf Vollständigkeit macht der zusammenfassende kleine Aufsatz keinen Anspruch.

Ich beginne mit dem Chinin, dem klassischen und ältesten Repräsentanten der spezifisch wirkenden Verbindungen. Die vollständige Erkenntnis der Chininformel, die *Rabe* wie folgt aufstellte:



erlaubte die verschiedenartigsten Spekulationen über die Funktionen der einzelnen Atomgruppierungen anzustellen. Da das Chinicin, das Isomere des Chinins:

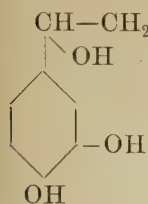


der typischen Chininwirkungen entbehrt, so sprachen namentlich *v. Miller* und *Rhode*¹⁾ die Vermutung aus, daß gerade die Stickstoffkohlenstoffbindung, die im Chinin den Chinuclidinrest hält, die charakteristischen Chininwirkungen bedingt. *Fränkel*²⁾ betrachtet es als sicher, daß nicht der Chinolinrest, sondern der Cinchokoiponrest des Chinins für dessen spezifische Wirkung verantwortlich zu machen ist. Er hält es auch für durchaus möglich, daß die Vinylgruppe dabei hervorragend beteiligt ist. In neuerer Zeit hat nun auch *A. Kaufmann* die Frage über die eigentlich wirksamen Atomgruppierungen der Chinaalkaloide in mehreren interessanten Abhandlungen von einem anderen Gesichtspunkte aus bearbeitet³⁾. Er wies darauf hin, daß im Chinin eine ganz ähnliche Gruppierung vorkommt, wie in den physiologisch wichtigen Adrenalinbasen, nämlich:

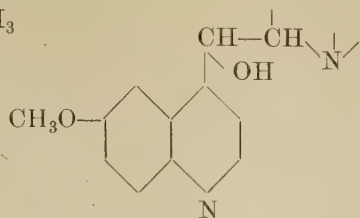
¹⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 28, S. 1058; Bd. 33, S. 3214.

²⁾ Arzneimittelsynthese.

³⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 46, S. 57, 1823, 2913.



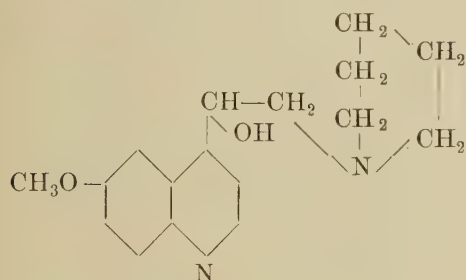
Adrenalin



Atomgruppierung im Chinin.

Beiden kommt z. B. auch gefäßkontrahierende Wirkung zu.

Die α -ständige sekundäre Alkoholgruppe in Verbindung mit der β -ständigen sekundären resp. tertiären Aminogruppe soll nach dieser Auffassung das maßgebende Moment sein. Ein Beweis dafür wäre z. B. darin zu erblicken, daß das Chinin oder das Chinicin, in denen die OH-Gruppe zur Ketogruppe oxydiert ist, keine Chininwirkung mehr besitzen. A. Kaufmann ist es gelungen, durch eine Reihe sehr eleganter Methoden zu alkaloidartigen Verbindungen zu gelangen, die zu dem Chinin selbst sehr nahe Verwandtschaft aufweisen. So konnte er beispielsweise die folgende Verbindung synthetisieren, die mit dem Chinin im Aufbau größte Ähnlichkeit zeigt:

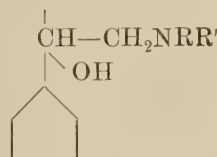


Es ist sicherlich bis heute diejenige synthetische Verbindung, die, rein äußerlich betrachtet, dem Chinin am nächsten steht. Chemisch zeigt sie auch fast alle Merkmale des natürlichen Alkaloids und gibt dieselben Reaktionen. Biologisch stimmt sie mit Chinin darin überein, daß ihr stark antipyretische Eigenschaften zukommen. Aber — und das ist das Wichtigste — eine spezifische Wirkung auf Blutparasiten wie Malaria usw. kommt ihr anscheinend nicht zu, wenigstens ist hierüber nichts bekannt geworden. Auch unter den vielen anderen Repräsentanten dieser chininähnlichen Körper, die nach derselben Methode dargestellt wurden, ist anscheinend kein einziger von spezifisch chemotherapeutischer Wirkung, so daß das Ziel, das schon so manchen Forscher beschäftigte, auch heute noch der Verwirklichung harret.

Damit bedarf wohl die Theorie von Kaufmann, welche die α -ständige alkoholische Hydroxylgruppe, in Kombination mit der β -ständigen Aminogruppe, für die Chininwirkung verantwortlich machen will, einer Einschränkung.

Das Chinin ist eine Substanz, die physiologisch nach mehr als einer Richtung wirksam ist: sie wirkt gefäßkontrahierend, blutdrucksteigernd,

blutstillend, sie wirkt intensiv antipyretisch und sie wirkt schließlich spezifisch auf die Malaria-parasiten. Die ersteren Eigenschaften können meiner Meinung nach sehr wohl auf die Kombination der α -ständigen Alkoholgruppe mit der β -ständigen Aminogruppe, also auf den Atomkomplex:



der auch dem Adrenalin und den anderen Adrenalinbasen gemeinsam ist, zurückgeführt werden. Die Übereinstimmung ist so offenkundig und die Folgerung so einleuchtend, daß sie keiner näheren Erörterung bedarf.

Nicht viel schwieriger zu erklären ist die antipyretische Wirkung. Wir kennen Antipyretica aus so grundverschiedenen Körperklassen und von so verschiedener Konstitution, daß es vergebliches Mühen wäre, sie unter einen Hut bringen zu wollen. Darunter gibt es aber eine ganze Reihe, die Chinolinabkömmlinge sind; ich erinnere nur an das p-Chinanisol, an das Thallin, Kairin, Analgen.

Auch das Chinolin selbst hat antipyretische Eigenschaften. Da ist es eigentlich kaum wunderbar, daß auch dem Chinin diese Wirkung zukommt. Der substituierte Chinolinring des Chinins muß in erster Linie als der Hauptträger der Antipyrese angesehen werden. So wird es auch leicht verständlich, daß die 4-Chinolyketone von Kaufmann und seine oben beschriebenen chininverwandten Basen antipyretische Wirkung zeigen.

Was nun aber die wichtigste physiologische Eigenschaft des Chinins betrifft, die uns dieses Alkaloid so überaus wertvoll macht, nämlich die spezifisch abtötende Wirkung auf die Malaria-erreger, so sind wir doch sehr verlegen, welche Atomgruppierungen wir dafür verantwortlich machen sollen, und es scheint mir auch vollkommen müßig, darüber große Diskussionen zu führen. Wir dürfen nicht vergessen, daß die Fähigkeit eines Stoffes, auf einen Blutparasiten spezifisch abtötend zu wirken, etwas Grundverschiedenes ist etwa von der Fähigkeit, Gefäße zu kontrahieren, Narkose zu erzeugen oder antiseptisch zu wirken. Im ersten Falle, bei der sogenannten spezifischen Wirkung, muß die Abgestimmtheit auf die Zelle unendlich viel feiner sein, sie muß auf eine einzige, ganz bestimmte Zelle passen. Bei einer Narkosewirkung ist das anders. Der narkotisch wirkende Stoff wird in der Regel nicht nur beim Menschen, er wird auch bei vielen Tieren sich wirksam erweisen. Nicht nur zu den menschlichen Nervenzellen muß er Affinität haben, sondern auch zu artfremden. Und noch mehr als das. Höchstwahrscheinlich ist es bei jeder Tiergattung auch wieder mehr als eine Nervenzellart, an welche die Narkotika

verankert werden. Der narkoseerzeugende Stoff darf daher nicht zu scharf abgestimmt sein, er muß einen Schlüssel vorstellen, der viele Schlösser zu öffnen vermag.

Ganz anders das spezifische, parasitenabtötende Gift. Dieser Schlüssel muß so aussehen, daß er in ein einziges, höchstens ganz wenige Schlösser paßt, sonst verliert er gerade seine typische Eigenschaft der Spezifität. Denken wir an das Salvarsan. Dieses ist so spezifisch abgestimmt, daß es nicht einmal alle Malariaarten, nur die Tertianaformen abtötet!

Es ist nun aber klar, daß ein Stoff, der, um im Bilde zu bleiben⁴⁾, bei einer Auswahl von Tausenden und Abertausenden von Schlössern nur in ein bestimmtes passen soll, außerordentlich fein und kompliziert gebildet sein muß, daß kein Häkchen fehlen und nichts Überflüssiges dazu kommen darf, damit nicht die Fähigkeit, das Schloß zu öffnen, verloren geht. Es sind eben alle Teile, alle Atomgruppierungen nötig zum Zustandekommen der spezifischen Wirkung. So ist es auch beim Chinin. Ich bezweifle sehr, daß man durch Darstellung chininähnlicher Verbindungen je zu einem Spezifikum gegen Malaria gelangen wird, wenn die Verbindung nicht äußerst nahe mit dem Chinin selbst verwandt ist. Nur das Atomgerüst, wie es im Chinin zusammengestellt ist, und dieses als Ganzes übt die spezifisch abtötende Wirkung auf Malaria aus.

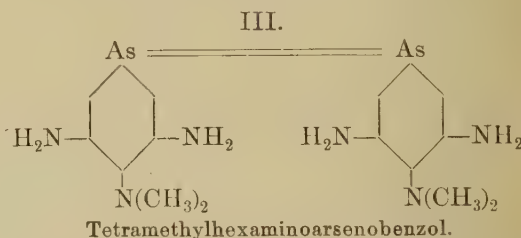
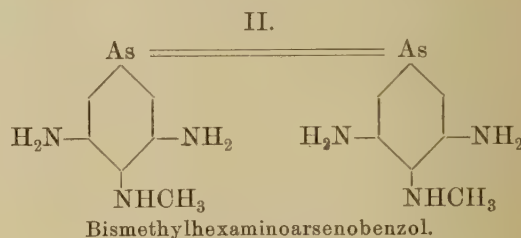
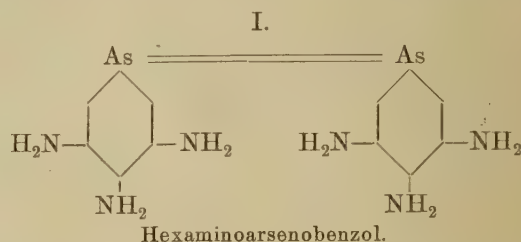
Einen Beweis für meine Ausführungen geben die schönen Arbeiten von *Morgenroth* über die homologen Hydrochinine. Das Hydrochinin selbst hat ähnliche spezifische Wirkung auf Malariaerreger wie Chinin. *Morgenroth* hat nun bekanntlich gefunden, daß sich das Äthylhydrocuprein (Optochin), das sich vom Hydrochinin nur darin unterscheidet, daß das Methoxyl durch Äthoxyl ersetzt wurde, spezifisch wirksam auf Pneumokokken erweist. Eine so geringfügige Änderung genügt, um das Chininmolekül auf eine ganz andere Parasitenart einzustellen: ein Häkchen mehr am Schlüssel, und er paßt in ein anderes Schloß. Aus diesem Befunde *Morgenroths* geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß es müßig wäre, wollten wir uns darüber streiten, welche Atomgruppierung im Chinin seine Spezifität bedingt: sie müssen zusammenwirken zur Erfüllung der gemeinsamen Funktion. —

Wenden wir uns jetzt einem anderen Thema zu, dem Einfluß der Methylgruppe auf die Wirkung einer Substanz. *Paul Ehrlich* hat den Satz geprägt: Die Methylgruppe wirkt ditherapeutisch, d. h. mit anderen Worten: Durch Einführung einer Methylgruppe in eine Substanz wird der therapeutische Quotient verschlechtert, entweder durch Erhöhung der Giftigkeit oder durch Verminderung der Heilkraft. An Dutzenden von Beispielen kann die Wahrheit dieses Satzes erprobt werden. Ich erinnere z. B. an die methy-

lierten Salvarsane, wo mit steigender Methylierung der Heilquotient so rapid abnimmt, daß das Tetramethyldiaminodioxyarsenobenzol kaum noch irgendwelche Heilwirkung besitzt⁵⁾.

Das Methylgruppen tragende Acridiumgelb wirkt auf Trypanosomen viel schlechter als die Grundsubstanz, das 3.6-Diaminoacridiummethylchlorid (Trypoflavin⁶⁾), die methylierten Fuch sine schlechter als die nichtmethylierten.

Nun konnte vor einiger Zeit aber doch ein Fall beobachtet werden, der eine Ausnahme zu dieser Regel bildet. Das Hexaminoarsenobenzol der Formel I:



ist eine stark parasitotrope Substanz mit recht günstigem Heileffekt. Werden zwei Methylgruppen eingeführt, so resultiert das Bismethylhexaminoarsenobenzol der Formel II⁷⁾, das vollkommen normales Verhalten zeigt, d. h. sich im therapeutischen Index nicht unerheblich schlechter erweist. Ich erwartete deshalb, beim Tetramethylhexaminoarsenobenzol III⁸⁾ zu einem fast unwirksamen Körper zu gelangen. Diese Vermutung traf nicht zu. Merkwürdigerweise ist dieses Tetramethylhexaminoarsenobenzol eine Verbindung, die dem Bismethylhexaminoarsenobenzol in der Heilkraft, besonders bei Trypanosomenkrankungen, weit überlegen ist und ungefähr an die nichtmethylierte Grundsubstanz, das Hexaminoarsenobenzol, heranreicht. Die

⁵⁾ *Bertheim*, Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. 45, S. 2130.

⁶⁾ *Benda*, Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. 45, S. 1787.

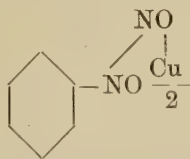
⁷⁾ Deutsches Reichspatent 285 572.

⁸⁾ D. R. P. Anmeldung F. 40 208, IV/12 q.

⁴⁾ Das Bild vom „Schloß“ stammt von *Emil Fischer*.

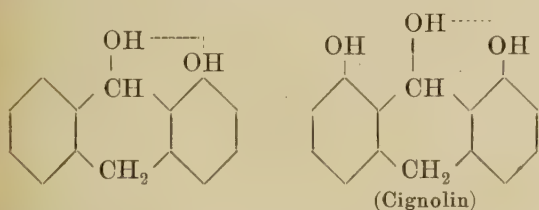
Reihe dieser drei Verbindungen ist in ihrer Abgerissenheit jedenfalls recht interessant. —

Sehr interessante Anschauungen haben kürzlich, unabhängig voneinander, *O. Baudisch*⁹⁾ und *Unna*¹⁰⁾ über die vermutliche Rolle von inneren Komplexsalze bildenden Verbindungen entwickelt. *O. Baudisch* hat gefunden, daß innere Komplexsalze z. B. vom Typus des Nitrosophenylhydroxylaminokupfers:

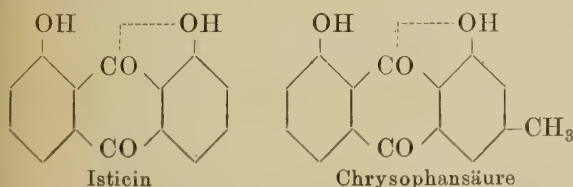


befähigt sind, Neutralsalze, Säuren, Basen und Gase zu lockeren Additionsverbindungen zu addieren. Er vermutet nun, daß ähnliche Verhältnisse auch in der Immunochemie eine Rolle spielen werden. Die chemische Verbindung mit der inneren Komplexsalze bildenden Gruppierung soll sich gerade mit dieser Gruppe an die organische Zelle verankern. Sie stellt die haptophore Gruppierung dar. Das aus Stoff und Zelle gebildete „innere Komplexsalz“ wäre dann befähigt, Salze, Säuren und Basen zu addieren, was bei Agglutinationen und Präzipitationen usw. eine Rolle spielen dürfte. Uns interessiert hier vor allem die Frage, ob die inneren Komplexsalze bildende Gruppierung wirklich eine haptophore Gruppe par excellence im Sinne *Ehrlichs* darstellt.

*Unna*¹¹⁾ hat gefunden, daß von vielen isomeren Oxyanthranolen nur das 1-Oxyanthranol und das 1.8-Dioxyanthranol:

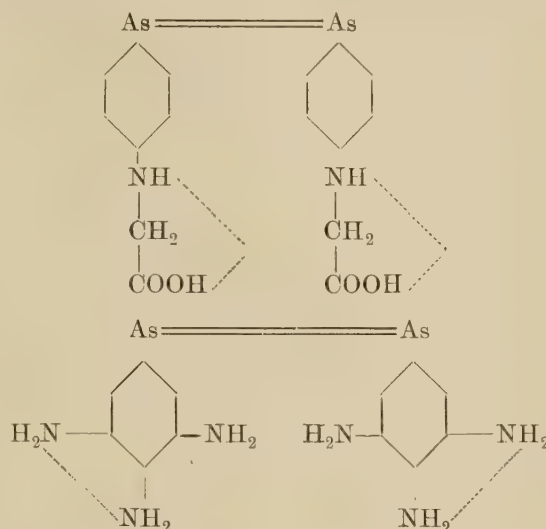


ausgesprochen antipsoriatische Wirkungen besitzen, also nur diejenigen Verbindungen, die nach den *Werner-Pfeifferschen* Anschauungen innere Komplexsalze zu bilden imstande sind. *Unna-Baudisch* nehmen deshalb an, daß diese Oxyanthranole mit irgendwelchen Bestandteilen der Haut innere Komplexsalzbildung eingehen können. *Unna* weist ferner darauf hin, daß von allen Oxyanthrachinonen das *Isticin* und die *Chrysophansäure*



also wieder diejenigen Körper, die infolge der Peristellung von Hydroxyl- und Carbonylgruppe zur Komplexsalzbildung befähigt sind, die stärkste abführende Wirkung auszulösen vermögen.

Baudisch erwähnt, daß ihm beim *Salvarsan*, das die Orthoaminophenolgruppe, also auch eine zur inneren Komplexsalzbildung befähigte Gruppierung enthält, analoge Verhältnisse auffallen. Eine ähnliche Auffassung habe ich selbst schon seit längerer Zeit vertreten. Ich will hinzufügen, daß nicht nur das *Salvarsan*, sondern auch das *Arsenophenylglycin*, das *Hexaminoarsenobenzol*



alles außerordentlich parasitotrope Verbindungen, zur inneren Komplexsalzbildung befähigte Gruppierungen aufweisen. Auch die gegen Rheumatismus spezifisch wirkende *Salizylsäure* hat eine zur inneren Komplexsalzbildung befähigte Gruppe, die beispielsweise komplexe Eisensalze zu bilden imstande ist¹²⁾. Ebenso kann das neue spezifisch wirkende Gichtmittel *Atophan*, die 2-Phenylchinolin-4-Carbonsäure mit Schwermetallsalzen Komplexsalzbildung eingehen¹³⁾.

Daß die komplexsalzbildende Gruppe wirklich als haptophore wirken kann, scheint damit sichergestellt. Eine andere Frage ist, ob wir etwa so weit gehen dürfen, alle oder die meisten haptophoren Gruppen unter den komplexsalzbildenden suchen zu wollen, oder mit anderen Worten, ob es klug wäre, hauptsächlich unter solchen Verbindungen nach therapeutisch wirksamen Umschau zu halten. Das kann vorerst leider nicht einfach mit ja beantwortet werden, die Verhältnisse sind auch hier kompliziert. Denken wir nochmals an das *Salvarsan*. Zu dieser Substanz sind noch 3 Isomere mit Orthoaminophenolgruppen möglich, die sämtlich bekannt sind, von denen aber keine einzige etwas taugt. Schon daraus folgt: die komplexsalzbildende Gruppierung allein gibt den Ausschlag nicht, es spielen

⁹⁾ Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 49, S. 117.

¹⁰⁾ Dermatol. Woch. Bd. 62, S. 116.

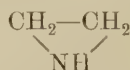
¹¹⁾ L. c.

¹²⁾ *M. Claasz*, Arch. d. Pharm. 1915, Bd. 253, S. 342 und 360.

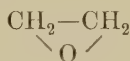
¹³⁾ Zeitschr. f. anorganische Chemie Bd. 92, S. 81 und 118.

hier noch andere Faktoren mit. Es braucht wohl auch nicht besonders erwähnt zu werden, daß wir selbstverständlich auch eine große Zahl therapeutisch wirksamer Verbindungen kennen, welchen die komplexsalzbildende Gruppierung abgeht. —

Vor vielen Jahren hat *Paul Ehrlich* das von *Gabriel* hergestellte Äthylenimin

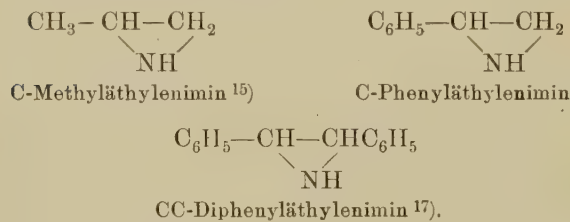


das zuerst irrtümlicherweise als Vinylamin $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{NH}_2$ aufgefaßt worden war, der biologischen Prüfung unterzogen¹⁴⁾ und dabei entdeckt, daß es außerordentlich starke Nierendegeneration hervorruft, also eine hohe Verwandtschaft zu den Nierenzellen aufweist. Das ist insofern sehr interessant, als der analog gebaute Äthylenoxydring

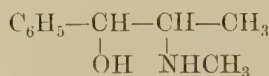


von einer ganz anderen Zellart, von den Zellen des Zentralnervensystems fixiert wird.

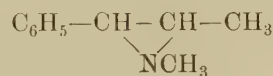
Im Laufe der letzten Jahre wurden nun noch andere Verbindungen entdeckt, die ebenfalls die Äthyleniminingruppierung enthalten. Soviel ich weiß, sind bisher die folgenden bekannt geworden:



Dazu kommt noch das von mir aus dem Ephedrin



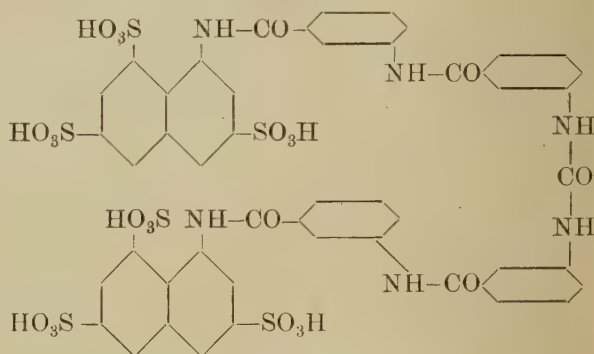
dargestellte Phenylmethyl-N-Methyläthylenimin¹⁸⁾



Es war natürlich nun sehr interessant, zu untersuchen, ob in diesen substituierten Äthylenimininen die Affinität zur Nierenzelle erhalten geblieben war. Versuche, die auf Veranlassung von *Ehrlich* durch Fräulein *Leupold* und Herrn Dr. *Bramertz* mit dem Phenyläthylenimin und dem Phenylmethyl-N-Methyläthylenimin in dieser Richtung unternommen wurden, haben ein

negatives Resultat ergeben. Von einer großen Serie von Mäusen erkrankte nur eine sicher an Nierendegeneration. Durch die Phenylreste scheint demnach eine sehr starke Ablenkung des aviden tricyklischen Kerns nach anderer Richtung zu erfolgen. Solche Ablenkungen sind ja häufig: doch sind wir es gewohnt, als ablenkende Gruppen meistens nur solche anzutreffen, die zur Salz- bildung befähigt erscheinen, wie beispielsweise OH , NH_2 , SO_3H usw. —

Eine ganz neuartige Klasse von trypanoziden Substanzen haben die Farbenfabriken vorm. *F. Bayer & Co.*¹⁹⁾ in einer Reihe von Patenten geschützt erhalten. Es handelt sich hierbei um Harnstoffe polypeptidartiger Verbindungen, die meist mit einem substituierten Naphthalinkern verknüpft sind, wie z. B.



An Stelle der Aminobenzoylreste können u. a. auch Aminobenzolsulfonreste, statt Naphthalinkerne auch bestimmte substituierte, aromatische Kerne stehen. Die oben aufgezeichneten Verbindungen zeigen in ihrem Aufbau eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit den bekannten parasitotropen Farbstoffen Trypanrot und Trypanblau.

Hier wie dort werden wir nicht fehlgehen, wenn wir die substituierte Naphthalingrouppe (*H-Säure*; *Amino-R-Säure* usw.) als die haptophore Gruppe im Sinne *Ehrlichs* ansprechen, während als toxophore Gruppierung in einem Fall die Azogruppe, im anderen Fall der mit der polypeptidartigen Seitenkette verknüpfte Harnstoffrest fungieren dürfte.

Diese neuen Bayerschen Harnstoffderivate haben, wie bereits erwähnt, Heilwirkung bei trypanosomenkranken Mäusen. Gegenüber anderen Blutparasiten, wie Spirillen usw., sind sie dagegen, wie Trypanrot und Trypanblau, vollkommen indifferent. —

Das Hordenin, das p-Oxyphenyl-äthyl-dimethylamin



ist bekanntlich eine sehr stark blutdrucksteigernde

¹⁴⁾ Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 21, S. 1049 und 2664.

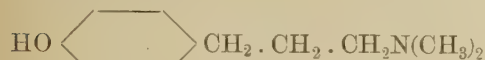
¹⁵⁾ *Gabriel* und *v. Hirsch*, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 29, S. 2747.

¹⁷⁾ *Darapski* und *Spannagel*, Journ. d. prakt. Chem. 1915, S. 280 u. f.

¹⁸⁾ Unveröffentlicht.

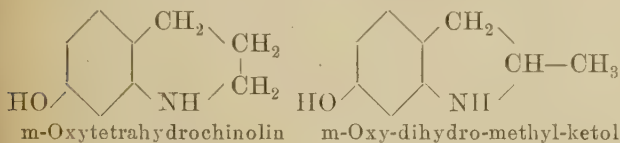
¹⁹⁾ D. R. P. Anmeld. F. 36 719, 12 q; F. 37 070, 22 q; F. 37 459, 12 o; F. 38 086, 12 o; F. 38 269, 12 o; F. 38 639, 12 o; F. 38 776, 12 o; F. 38 806, 12 o; F. 38 844, 12 o; F. 39 003, 12 o; F. 39 004, 12 o.

Substanz. *J. v. Braun* hat die Homologen dieser Verbindung dargestellt und *E. P. Pick* hat sie pharmakologisch geprüft²⁰⁾. Dabei hat sich gezeigt, daß mit der Verlängerung der fetten Kette die blutdrucksteigernde Wirkung zwar erhalten bleibt, daß sie aber mit der homologen Reihe sinkt. Die Verbindungen



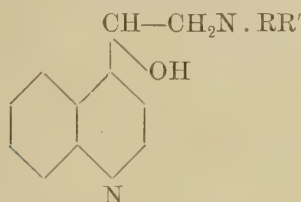
nehmen in ihrer Wirksamkeit sukzessive ab.

J. v. Braun hat dann des weiteren untersucht, wie sich die Wirkung solcher Adrenalinbasen verhält, wenn die offene stickstoffhaltige Kette an einen Benzolring angeschlossen wird, so daß ein neuer stickstoffhaltiger Ring entsteht²¹⁾. Bei den beiden untersuchten Verbindungen



stellte *J. Pohl* in Breslau fest, daß durch die Ringschließung die blutdrucksteigernde Wirkung nicht verloren geht. Sie erleidet zwar gegenüber den entsprechenden Verbindungen mit offenen Ketten eine Abschwächung, die jedoch nicht sehr erheblich ist.

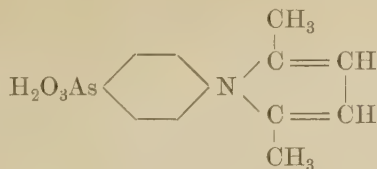
Eingangs erwähnte ich schon, daß auch die Chinolyäthanolamine von *Kaufmann*



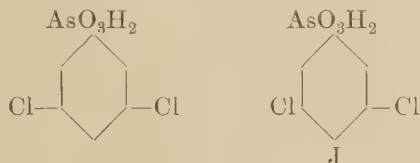
starke Blutdrucksteigerung hervorrufen. Diese Fähigkeit bleibt demnach auch bei recht großer Veränderung des Gesamt moleküls erhalten, wenn nur die charakteristische fette Seitenkette mit der (wenn möglich in β -Stellung stehenden) Amidogruppe vorhanden ist. Die Adrenalinbasen sind ein typisches Beispiel für Substanzen, die nicht eng spezifisch abgestimmt sind, sondern mit den verschiedenartigsten Abänderungen immer in das gleiche Schlüsselloch passen, immer dieselbe Funktion erfüllen können. —

Ikteruserzeugende Stoffe sind bisher nicht allzu

viele bekannt geworden. Wohl am ausgeprägtesten zeigte diese Eigenschaft des Ikterogen:



das im Ehrlichschen Institut entdeckt wurde. Dazu kommen jetzt noch einige halogenierte Arsin-säuren²²⁾, die ganz außerordentlich intensiven Ikterus hervorrufen. Besonders die folgenden Verbindungen sind in dieser Hinsicht stark wirksam:



Die p-Jodphenylarsinsäure zeigt die Ikteruswirkung zwar auch, jedoch lange nicht in so ausgeprägtem Maße. Wir dürfen daraus den Schluß ziehen, daß die Ikteruswirkung bei den Halogenarsinsäuren mit den Halogenatomen eng verknüpft ist und mit ihrer Zahl außerordentlich wächst.

Die Dichlor- und p-Joddichlor-phenylarsinsäuren dürfen wir wohl von allen bekannten Stoffen als diejenigen ansprechen, welche im Experiment die intensivste Gelbsucht hervorrufen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur zentrischen reflexlosen Ophthalmoskopie.

Zu der Henkerschen Erwiderung in S. 521, Heft 34 (1916) dieser Zeitschrift bemerke ich, daß nicht ich, sondern eben *Gullstrand* bzw. *Henker* großen Wert auf meine Beleuchtungsröhre legen, für die *Gullstrand* den neuen Namen der „Gullstrandschen Spaltlampe“ ersonnen hat unter Hervorhebung der (meiner fadenförmigen Lichtquelle entsprechenden) Spaltform der umrahmenden Blende, die kein Problem, sondern ein bekannter Bestandteil des Begriffs der Blendenabbildung ist. Ebenso hat *Gullstrand* — unter Hervorhebung des im Begriff Mikroskop schon enthaltenen Bestandteils der Zentrierung — für meine wissenschaftliche Methode der Mikro-Ophthalmoskopie und mein Netzhautmikroskop (1903) „auf Grund seiner neuen Überlegungen“ den „unterscheidenden“ Namen der „zentrischen Ophthalmoskopie“ entdeckt.

Berlin, den 25. August 1916.

Dr. Hugo Wolff.


Kleine Mitteilungen.

Bewegungsgesetze des Sternennalls. Auf S. 462—63 dieses Jahrgangs der „Naturwissenschaften“ wurde von dem Bertrandschen Theorem der Himmelsmechanik Gebrauch gemacht. Nach diesem wären die *einzigsten* Ge-

²⁰⁾ *J. v. Braun*, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 47, S. 492.

²¹⁾ L. c.

²²⁾ *Karrer*, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 47, S. 1781.

setze einer Zentralkraft, die *geschlossene* Bahnen erzeugen, Kraft proportional $\frac{1}{r^2}$ und Kraft proportional r (r = Zentralabstand). Daraus ergeben sich die beiden S. 462 rechts oben erwähnten Fälle: 1. Der Punkt bewegt sich außerhalb einer Zentralmasse, 2. innerhalb einer homogenen Kugel ohne Reibung. Trotzdem sind auch für andere kugelförmig geschichtete, nach innen verdichtete Massenverteilungen, also auch für andere Zentralkraftgesetze geschlossene Bahnen möglich, wie nunmehr durch eine Arbeit von *Strömgren*¹⁾ zahlenmäßig erwiesen ist. Das *Bertrandsche* Theorem versagt nämlich für gewisse *spezielle* Anfangsbedingungen, und nur die *allgemeinen* Bahnformen sind, wie die Rechnung bestätigt hat, sich drehende Ovale. Bildet der Winkel zwischen zwei Zentrumsfernen mit 360° ein ganzzahliges Verhältnis, so schließt sich die Kurve und besteht dann aus einer endlichen Zahl von Schleifen, z. B. . Solche Spezialfälle hatten wir durch die Bezeichnung „*einfach*“ geschlossene Bahn bereits ausgeschaltet. Da nun *Bertrands* Beweis eine für *kleine* Exzentrizitäten konvergente Entwicklung benützt, haben wir das Theorem S. 463 links unten auf die Kreisbahn angewendet. Dies ist jedoch, wie eine genauere Untersuchung lehrt, unzulässig, da gerade die Kreisbahn wieder einen Ausnahmefall darstellt, für welchen das Theorem versagt. Was nun die *kreisähnlichen* Bahnen betrifft, so sind sie bei dieser Sachlage nicht mehr unverträglich mit der Tatsache zunehmender Sterndichte, denn es ist klar, daß wir die Anfangsbedingung (Geschwindigkeit) einer Kreisbahn stetig abändern können, ohne daß die Stabilität verloren geht. Zwar wird die Bahn dann im allgemeinen nicht geschlossen sein, aber diese Aussage ist praktisch gegenstandslos, weil bei genügend kleiner Variation alle Bahnschlingen zwischen zwei beliebig nahen Kreisen liegen werden. Nach *Bertrands* Satz hätte man dagegen glauben können, die geringste Abweichung vom Kreis erzeuge Spiralförmigkeiten, also nicht stabile Bahnen. Der zweite Einwand, den wir gegen die Existenz kreisähnlicher Bahnen im Sternsystem erhoben, bleibt indessen aufrecht: Ein und dieselbe tangentielle Richtung könnte bei Kreisbahnen nicht von abnormen, großen und kleinen Geschwindigkeiten bevorzugt werden. Die Kreisgeschwindigkeit nimmt in dem von *Strömgren* untersuchten Fall mit der Entfernung vom Zentrum zu, erreicht dort, wo die Dichte auf 0,064 15 gesunken ist ($r = \sqrt{6}$) ein Maximum und nimmt dann wieder ab. Auch die Zentralkraft verhält sich ähnlich, nur daß ihr Maximum schon bei der Dichte 0,362 89 ($r = \sqrt{3/2}$) eintritt. Im Zentrum (Dichte = 1) ist die Umlaufzeit für den Kreis ebenso groß wie die einer geradlinigen Fallschwingung. Beide Perioden nehmen nach außen zu, wobei die für den Kreis gültige stärker anwächst als die Schwingungsdauer.

Dr. Robert Klumak, Wien.

Dichte und Atomvolumen isotoper Bleie. Die möglichst genaue Untersuchung einer größeren An-

1) Astr. Nachr. 4850; das zugrunde liegende Dichtengesetz lautet $\rho = \left[\frac{3}{3 + r^2} \right]^{5/2}$. Im Zentrum $\rho = 1$; für $r = 1$, ρ etwa $\frac{1}{2}$; für $r = 4$, $\rho = \frac{1}{100}$.

zahl von Eigenschaften isotoper Elemente ist von großer Bedeutung: Einerseits verdient das Studium derjenigen Eigenschaften ein besonderes Interesse, durch welche die Isotopen leicht zu unterscheiden sind, da diese Eigenschaften zur Auffindung neuer Fälle der Isotopie dienen können. Andererseits ist es für die ganze Auffassung der Isotopen und auch für manche Frage der Atomstruktur von Wichtigkeit, zu erfahren, bis zu welchem Grade der Meßgenauigkeit die Isotopen in bezug auf die anderen, gewöhnlich als praktisch gleich angesehenen Eigenschaften übereinstimmen. Die von *Th. W. Richards* und *Ch. Wadsworth* (*Journ. Am. Chem. Soc.* 38, 221, 1916) durchgeführte Bestimmung der Dichte zweier Bleiarten in metallischem Zustande ist in beiden Hinsichten von Interesse. Zu der Untersuchung wurde benutzt gewöhnliches Blei mit dem Atomgewicht 207,2 ($^{207,2}\text{Pb}$) und ein aus australischen radioaktiven Mineralien isoliertes Blei mit dem Atomgewicht 206,3 ($^{206,3}\text{Pb}$). Das Metall wurde aus sorgfältigst gereinigtem Nitrat oder Chlorid durch Elektrolyse gewonnen und die Dichte pyknometrisch bei $19,94^\circ$ bestimmt. Es resultierte für die Dichte des $^{207,2}\text{Pb}$ 11,337, für die des $^{206,3}\text{Pb}$ 11,289. Die Unsicherheit dieser Werte beträgt etwa 1 Einheit der letzten Dezimale. Die Dichten sind streng proportional den Atomgewichten, das Atomvolumen = Atomgewicht: Dichte ist bei $\text{Pb} = 18,277$, bei $\text{Pb} = 18,274$, also für die zwei Bleiarten mit sehr großer Annäherung gleich. Die Dichtebestimmung in festem Zustande kann also ebenso wie die Dichtebestimmung der gesättigten Lösungen der Salze von Isotopen¹⁾ als Methode zur relativen Atomgewichtsbestimmung der Isotopen dienen. Das Resultat, daß das Atomvolumen der Isotopen bei so beträchtlicher Genauigkeit sich als gleich erweist, steht im Einklang mit den Forderungen des Rutherford-Bohrschen Atommodells.

K. F.

In den Röntgenspektren der Elemente hat man bisher zwei Strahlungen verschiedener Durchdringungsfähigkeit unterschieden, die man als *K*- und *L*-Linien bezeichnet hat. Neuerdings hat sich gezeigt, daß die Glieder der *K*-Reihe je aus 4 Komponenten bestehen, daß also 4 Spektrallinien verschiedener Wellenlänge vorhanden sind. Von *M. Siegbahn* und *W. Stenström* (Über die Hochfrequenzspektren [*K*-Reihe] der Elemente Cr bis Ge. *Physikalische Zeitschrift* Bd. 17, S. 48, 1916) werden mit einem sorgfältig aufgebauten Röntgenspektralapparat die Spektrallinien der *K*-Serie der Elemente Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga und Ge untersucht. Einige der aufgenommenen Spektrogramme sind reproduziert und zeigen, daß die Röntgenspektroskopie heute der Lichtspektroskopie ebenbürtig ist. In 14 Tabellen sind die gemessenen Wellenlängen der aufgefundenen Spektrallinien zusammengestellt. Auch die Moseleysche Beziehung, daß die Werte von $\sqrt{1/\lambda}$ (wo λ die Wellenlänge bedeutet) in linearer Beziehung zu den Ordnungszahlen der betreffenden Elemente stehen, stimmt für jede der 4 Komponenten.

P. Lg.

1) Naturwissenschaften Bd. 4, S. 173, 1916.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 38.

22. September 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1915. Von *Geheimrat Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Charlottenburg.* S. 569.

Messende Untersuchung des Lichtsinnes bei Stachelhäutern. Von *Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Hess, München.* S. 574.

Besprechungen:

Die totale Sonnenfinsternis vom 21. August 1914. Von *Otto Knopf.* S. 577.

Tillmans, J., Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. Von *H. Klut.* S. 578.

Klut, Hartwig, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Von *J. Tillmans.* S. 579.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 579.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1916, H. 14 u. 15. S. 579, 580.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. Juni und 30. Juli. S. 580.

Geographische Zeitschrift, 1916, H. 6. S. 580.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle

-Von

Dr. Hartwig Klut

Mitglied der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem

Dritte, umgearbeitete Auflage

Mit 33 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 4,60

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung
Ueber den Wert der Ortsbesichtigung
Entnahme von Wasserproben
Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle
 Reihenfolge der Untersuchungen
 Temperaturbestimmung
 Klarheit und Durchsichtigkeit
 Prüfung auf Farbe
 Nachweis der organischen Substanzen
 Bestimmung des Geruches
 Bestimmung des Geschmacks
 Prüfung auf salpetrige Säure
 Prüfung auf Salpetersäure
 Prüfung auf Ammoniakverbindungen und Härte
 Prüfung auf Reaktion des Wassers
 Bakteriologische Untersuchung
 Prüfung auf Eisen
 Prüfung auf Kohlensäure
 Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffes

 Prüfung auf Blei
 Biologische Untersuchung des Wassers
 Prüfung auf Mangan
Physikalische Untersuchungsmethoden
 1. Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit natürlicher Wässer
 2. Prüfung mit dem Wasser-Interferometer
Schemata für die Untersuchung von Grund- und Oberflächenwasser
Ueber normale chemische Zusammensetzung von Grund- und Oberflächenwasser
Metalle und Mörtelmaterial angreifende Wässer
Tabelle über die Wasserlöslichkeit einiger wichtiger chemischer Verbindungen (bei Zimmertemperatur)
Literatur
Register
Snellensche Schriftprobe 1,0

(Siehe Besprechung in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Enzyklopädie der klinischen Medizin

Herausgegeben von

Prof. Dr. L. Langstein-Berlin, Prof. Dr. C. von Noorden-Frankfurt a. M.,

Prof. Dr. C. Freih. v. Pirquet-Wien, Prof. Dr. A. Schittenhelm-Kiel

Die Enzyklopädie stellt eine den ganzen Kreis der wissenschaftlichen und praktischen klinischen Medizin umfassende Sammlung von Lehrbüchern, Handbüchern und Monographien dar.

In ihr wird der Mediziner, der sich über irgend eine Frage des Gesamtgebietes genau orientieren will, stets die gewünschte Auskunft von autoritativer Seite in Form eines in sich völlig selbständigen, einzeln käuflichen Bandes finden.

Die Tuberkulose

Bearbeitet von

H. Iselin

F. Lewandowsky

C. von Pirquet

F. de Quervain

P. Roemer

R. Staehelin

Soeben erschien:

Die Tuberkulose der Haut

von

F. Lewandowsky

Hamburg

Mit 115 zum Teil farbigen Abbildungen und 12 farbigen Tafeln

Preis M. 22.—; in Halbleder gebunden M. 25.20

Vor kurzem erschien:

Erkältungskrankheiten und Kälteschäden

Ihre Verhütung und Heilung

Von

Professor Dr. Georg Sticker

in Münster i. W.

Mit 10 Textabbildungen

Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

22. September 1916.

Heft 38.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichs- anstalt im Jahre 1915.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg,
Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Ein Auszug aus dem dem Kuratorium erstatteten Tätigkeitsbericht ist in gewohnter Weise in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 36, S. 84—93, 116—130, 149—159, 1916, veröffentlicht worden. Der Bericht ist naturgemäß kürzer ausgefallen als im Vorjahr. Das hat seinen Grund darin, daß der Reichsanstalt noch weitere Beamte durch den Krieg entzogen sind; bis Ende 1915 waren insgesamt 88 Beamte, mehr als die Hälfte der in der Friedenszeit tätigen, einberufen. Aber auch die nicht zum Heeresdienst eingezogenen Beamten sind in umfangreicher Weise mit Untersuchungen für die Zwecke des Krieges tätig gewesen, worüber aus leicht begreiflichen Gründen Näheres nicht mitgeteilt wird. Prüfungen, welche teils unmittelbar für Heer und Marine, teils für Kriegsgesellschaften, teils für Fabrikanten mit Bezug auf Kriegslieferungen ausgeführt wurden, bezogen sich auf Zwerglampen für Taschenbatterien, Spiritusglühlichtkörper, elektrische Normallampen, Planparallelgläser und Prismen für militärische Instrumente; ferner auf Manometer, Aneroide, Kalorimeter, Thermometer für verschiedene Zwecke (darunter auch Fieberthermometer); endlich auf Kabel, Drähte, Isolierzangen, Gummihandschuhe und anderes Isoliermaterial, Wechselstromzähler, Wellenmesser, Kondensatoren und unmagnetische Nickelstahllegierungen für die Marine.

Wir gehen jetzt auf die Arbeiten der Reichsanstalt im einzelnen ein.

Abteilung I für Optik.

Strahlungsgesetz.

Bereits im vorigen Bericht war über Versuche zur Ermittlung der Konstanten c des Wien-Planckschen Strahlungsgesetzes

$$E = C \cdot \frac{\lambda^{-5}}{e^{c/\lambda T}}$$

berichtet. Die Versuche sind jetzt abgeschlossen. Hiernach ergibt sich nach zwei verschiedenen Methoden $c = 14\,300$ bis $14\,400$ bzw. $c = 14\,250$ Mikron-Grad C, im Mittel $c = 14\,300$ Mikron-Grad C.

Bolometer.

Versuche über die Wirkungsweise des Bolometers lassen es vorteilhaft erscheinen, den Bolometerstreifen nicht mit einer schwarzen, sondern

mit einer spiegelnden Hülle zu umgeben. Die Einführung der spiegelnden Hülle beseitigt nicht nur den Strahlungsverlust, sondern erhöht auch die durch die Strahlung bewirkte Übertemperatur und damit die Strahlungsempfindlichkeit des Bolometers.

Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen.

Zur Gewinnung weiteren Materials für die Prüfung des Einsteinschen photochemischen Äquivalentgesetzes, wonach die Zahl der durch Licht zersetzten Moleküle gleich der Anzahl der absorbierten Elementarquanten ist, wurde der photochemische Zerfall der Bromwasserstoffsäure in Brom und Wasserstoff untersucht. Dabei zeigte sich die für jede absorbierte Grammkalorie zersetzte Bromwasserstoffmenge, unabhängig von dem Partialdruck des Bromwasserstoffs, gleich groß, mochte dem Bromwasserstoff Stickstoff oder Wasserstoff beigemischt sein, und nahezu im Einklang mit dem Einsteinschen Gesetz, besonders auch insofern, als sie für eine größere Wellenlänge größer war als für eine kleinere, und zwar ungefähr in dem von der Theorie geforderten Verhältnis. Widersprüche gegen das Gesetz, welche sich bei früheren Versuchen über die photochemische Ozonbildung und über die Photolyse des Ammoniaks ergeben hatten, scheinen durch folgende Theorie geklärt: Man muß zwei Fälle unterscheiden, je nachdem das Energiequantum der zersetzenden Wellenlänge größer oder kleiner ist, als die zur Zersetzung der photochemischen Molekel benötigte Energie. Im ersten Falle werden alle absorbierenden Molekeln zersetzt, womit die Voraussetzung des Einsteinschen Gesetzes erfüllt ist; das ist der Fall der Bromwasserstoffsäure. Im zweiten Fall kann direkte Zersetzung nicht eintreten; die photochemische Molekel wird sich mit dem absorbierten Quantum unzersetzt weiterbewegen und mit anderen Molekeln zusammenstoßen, wobei Umsetzungen eintreten können, die eine kleinere Energiemenge benötigen (z. B. $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$). Indem es aber auch zersetzungslose Zusammenstöße gibt, kann die aufgenommene Energie wieder zerstreut werden und dadurch die Molekel ihre Reaktionsfähigkeit wieder einbüßen. Es werden also nicht alle absorbierenden Molekeln zersetzt und die Voraussetzung des Einsteinschen Gesetzes ist nicht erfüllt. Dies ist der Fall für die Photolyse des Ammoniaks und, für $\lambda = 0,253\ \mu$, auch für die Photolyse des Sauerstoffs.

Ozonisierung durch Bestrahlung.

Bei der von Lenard entdeckten Ozonisierung durch ultraviolette Strahlung kann man große

Ozonkonzentrationen nicht nur durch Anwendung stark komprimierten Sauerstoffs, sondern leichter durch Bestrahlung flüssigen Sauerstoffs im Quarzglasgefäß erhalten. Das Ozon weist man in der vergasteten Substanz durch Jodkalium, in der Flüssigkeit durch die auf langwelliges Ultraviolett ausgeübte Absorption nach.

Prüfungen radioaktiver Präparate.

Das radiologische Laboratorium war mit Prüfungen stark in Anspruch genommen. Es wurden 154 stark-radioaktive Präparate gemessen, deren Gesamtgehalt 3182 mg Radiumelement entsprach; darunter befanden sich 47 Mesothorpräparate mit einem Radiumäquivalent von 1412 mg.

Optische Prüfungen.

In dem optischen Prüfungslaboratorium wurden nur 3 (gegen im Vorjahr 74) Hefnerlampen beglaubigt. Auch die Zahl der Normalkohlefadenlampen hat beträchtlich, von 113 auf 20, abgenommen. Dagegen befanden sich unter den 249 geprüften Metallfadenlampen 168 Normallampen für photometrische Zwecke. Die starke Verminderung der Kohlefadenlampen wird bedauert, weil sich erfahrungsgemäß Kohlefadenlampen zu Normallampen besser eignen als Metallfadenlampen. Einen verhältnismäßig großen Zeitaufwand erforderte die Dauerprüfung von 70 Metallfaden-Zwerglampen für Taschenbatterien (zu 3,5 Volt und etwa 0,2 Amp.), die von 5 verschiedenen Firmen eingereicht waren. Die Lebensdauer der Lampen lag zwischen 5 und mehr als 255 Brennstunden. Die Anfangslichtstärke in Richtung der Lampenachse lag bei einer Reihe zwischen 1,1 und 0,3, bei den übrigen Reihen zwischen 2,8 und 1,1 HK. Diejenige Reihe, welche die kürzeste Lebensdauer besaß, brannte mit einer durchschnittlichen Beanspruchung von 1,0 Watt auf 1 HK mittlere räumliche Lichtstärke. Bei der Reihe mit der größten Lebensdauer betrug diese Beanspruchung 2,2 Watt auf 1 HK. — Von weiteren Prüfungen werden solche an 33 Spiritusglühkörpern in Dauerprüfung, an einer Hängegasglühlampe in Verbindung mit 2 Zylindern und von 3 Saccharimeter-Quarzplatten genannt. Weiter wurde eine Glassorte auf ihr Lichtbrechungsvermögen, 5 Planparallelplatten auf Ebenheit und Parallelismus der Flächen, 3 Scherenfernrohrprismen und 5 Panoramafernrohrprismen auf Güte der Flächen und Richtigkeit der vorgeschriebenen Winkel untersucht.

Leuchtmittelsteuergesetz.

Die Prüfungstätigkeit für Steuerbehörden ist gegen das Vorjahr stark zurückgegangen.

Vereine.

Von den mit photometrischen Fragen betrauten Kommissionen, in denen die Reichsanstalt vertreten ist, sind nur der von der Lichtnormalienkommission des Verbandes Deutscher Elektrotechniker eingesetzte Arbeitsausschuß und diese Kom-

mission selbst zusammengetreten. In der Hauptsache handelte es sich in diesen Sitzungen um Stellungnahme zu dem von der Kommission III der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft gefaßten Beschluß betreffend die Bewertung von Lichtquellen. Eine Verständigung hierüber ist bisher nicht erzielt worden.

Wissenschaftliche Arbeiten.

Über die wissenschaftlichen Arbeiten des Prüfungslaboratoriums, die Lichtbrechung von Flußspat und Quarz sowie über Objektivuntersuchungen werden im Bericht in Einzelheiten gehende Mitteilungen gemacht, auf die hier verwiesen werden mag.

Abteilung II für Elektrizität.

Kontrolle der Normale.

Die gesetzlich vorgeschriebene Kontrolle der elektrischen Normale der Reichsanstalt ist, wie alljährlich, so auch im Berichtsjahre durchgeführt. Die Prüfung der Widerstandsnormale hat gute Übereinstimmung mit früheren Messungen ergeben, auch die Durchmusterung des Stammes der Normalelemente lieferte das Resultat, daß der Mittelwert dieser Elemente als unverändert angesehen werden kann.

Wärmekapazität des Wassers.

Die durch mehrere Jahre erstreckten Arbeiten zur Ermittlung der Wärmekapazität des Wassers sind zum Abschluß gebracht. Zu den von 5 zu 5° fortschreitenden Messungen diente ein 50 l fassendes Kalorimeter, das aus einem allseitig geschlossenen Kupfergefäß von zylindrischer Form bestand; das Kupfergefäß war von einem allseitig geschlossenen Wassermantel umgeben. Beobachtet wurde die durchschnittlich 1,4° betragende Temperaturerhöhung des Wassers, welche durch eine gemessene elektrische Energie von etwa 300 Kilojoule hervorgebracht wurde. Es wurden über das Temperaturintervall gleichmäßig verteilt 66 Versuche angestellt; da der mittlere Fehler eines Versuchs etwa $3,5 \cdot 10^{-4}$ betrug, so erscheint das Resultat auf einige Zehntausendstel sicher. — Die Wärmekapazität des Wassers läßt sich als Funktion der Temperatur darstellen durch die Formel

$$A = 4,204\,77 - 0,001\,768\,t + 0,000\,026\,44\,t^2.$$

Hieraus ergibt sich der Wert der Wärmekapazität bei 15° zu 4,1842 Joule/Gramm \times Grad; das Minimum der Wärmekapazität liegt bei 33,5°.

Wärmeleitung der Metalle.

Die im vorjährigen Bericht erwähnten Versuche über die Wärmeleitung der Metalle sind fortgesetzt und theoretisch verwertet worden.

Vibrationsgalvanometer.

Es wurden theoretische Betrachtungen darüber angestellt, wie für eine gegebene Schaltungsanordnung der Vibrationsgalvanometer die größte Empfindlichkeit erzielt werden kann. Es ergibt

sich aus diesen Betrachtungen, daß der aperiodische Grenzfall der Dämpfung die günstigsten Resultate liefert, vorausgesetzt, daß zur Erreichung dieses Zustandes Luft- und Wirbelstromdämpfung nach Möglichkeit vermieden werden. Man erhält ganz analoge Gleichungen für die Empfindlichkeit wie bei den Gleichstromgalvanometern, nur sind natürlich im vorliegenden Falle außer dem Ohmschen Widerstand auch die Stromfrequenz sowie die Kapazitäten und Induktivitäten der Schaltung zu berücksichtigen. Die Form der Stromkurve dagegen ist wegen der Abstimmung des Galvanometers auf eine bestimmte Frequenz meist nur von geringem Einfluß.

Amperesche Molekularströme.

Der Bericht erwähnt dann die Methode zum Nachweis der Ampereschen Molekularströme, welche *Einstein* als Gast der Reichsanstalt ausgearbeitet hat. Über diese Methode ist bereits in dieser Zeitschrift 3, 237—238, 1915 Näheres mitgeteilt.

Starkstromlaboratorium. Prüfungstätigkeit.

Die Prüfungstätigkeit des Starkstromlaboratoriums erstreckte sich im wesentlichen auf die gleichen Gegenstände wie in den Vorjahren: Meßapparate der verschiedensten Art, Generatoren und Motoren, Isolationsmaterialien und Apparate zur Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie u. a. m. Zwölf neue Bekanntmachungen über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter sind herausgegeben. Die Zahl der der technischen Kontrolle der Reichsanstalt unterstellten Prüfämter hat sich nicht geändert, doch ist die Prüfungsbefugnis des Elektrischen Prüfamtes Hamburg auf Wechselstrom und Drehstrom bis zu 200 Amp. und 10 000 Volt erweitert worden.

Wissenschaftlich-technische Untersuchungen.

Die wissenschaftlich-technischen Untersuchungen des Starkstromlaboratoriums betreffen meist sehr spezielle Probleme und dürften darum dem Interesse der Leser dieser Zeitschrift ferner liegen. Es mag genügen, sie hier kurz aufzuzählen. Die Arbeiten beschäftigen sich mit der Drehmomentskurve von Gleichstrommotorzählern, mit theoretischen Untersuchungen über Kettenleiter, wobei man unter Kettenleitern Gebilde versteht, welche die Eigenschaften von elektrischen Leitungen schematisieren. Weitere Untersuchungen haben sich mit den Eigenschwingungen von Kettenleitern befaßt und im Zusammenhang damit mit der Ausbildung von Methoden zur Messung der Winkelfehler von Präzisionswiderständen und mit der Herstellung solcher Widerstände zwischen 0,01 und 1000 Ohm mit sehr kleinem Winkelfehler. Andere Arbeiten betreffen die Berechnung von Schaltvorgängen in elektrischen Stromkreisen, Verwendung von Kondensatoren als Schutz gegen Ausschaltspannungen bei Gleichstrommaschinen hoher Spannung und bei Drosselspulen, Messung

und Berechnung der Streuung, Messung des elektromagnetischen (Poyntingschen) Energieflusses und des lokalen Eisenverlustes, Berechnung des Wechselstromwiderstandes von gerade ausgespannten Litzen und von kurzen Spulen aus Litze.

Schwachstrom- und Magnetisches Laboratorium.

Das Schwachstrom- und das magnetische Laboratorium waren in üblicher Weise mit Prüfungen, allerdings in geringerem Umfange als früher, beschäftigt. Im letztgenannten Laboratorium konnten auch einige wissenschaftlich-technische Untersuchungen zum Abschluß gebracht werden. Es gelang an einem Elektrolyteisen durch thermische Behandlung die Gestalt der Magnetisierungskurve willkürlich zu beeinflussen; durch Glühen mit nachfolgendem langsamen Abkühlen erzielte man eine sehr steile Hystereseschleife mit großer Remanenz, hoher Maximalpermeabilität, aber auch verhältnismäßig großer Energievergeudung, durch Abschrecken eine sehr schräg verlaufende Hystereseschleife mit kleinerer Remanenz, kleinerer Energievergeudung, aber auch erheblich geringerer Maximalpermeabilität; rasches Abkühlen ergab Zwischenwerte. Im Laufe der Versuche zeigte sich schließlich, daß die beiden benutzten Proben Elektrolyteisen nach und nach fast alle Hysterese verloren, so daß nach rascher Abkühlung Koerzitivkraft und Remanenz auf weniger als $\frac{1}{10}$ ihres ursprünglichen Betrages gesunken waren, während die Maximalpermeabilität immer noch einen hohen Wert besaß. Ferromagnetisches Material mit so hoher Permeabilität und so geringer Hysterese, welches bis jetzt einzig in seiner Art ist, dürfte sich in hervorragendem Maße zur Verwendung in Meßinstrumenten eignen, die bisher wegen des störenden Einflusses der Hysterese eisenlos gebaut werden mußten. — Versuche, auch bei möglichst reinem, gewöhnlichem oder legiertem Eisenblech durch häufige Wiederholung von Wärmezyklen eine ähnliche Verringerung der Hysterese zu erzielen, mißlangen vollständig.

Abteilung III für Wärme und Druck.

Druckwage.

Die Eichung einer Druckwage bis 100 at, die stufenweise mit Hilfe einer zweiten Druckwage und eines Quecksilber-Differential-Manometers von 12 m Länge durchgeführt wurde, ergab, daß die Konstante des Instrumentes innerhalb des untersuchten Bereichs keine Änderung erfährt; sie besitzt hier innerhalb der Fehlergrenze der Messungen den für den Druck von 16 at ermittelten Wert. Aus Beobachtungen mit der Druckwage konnte ferner erschlossen werden, daß die Verwendung eines Stempels von 0,24 qcm Querschnitt die gleiche Sicherheit gewährt wie diejenige des bisher benutzten Stempels von 1 qcm. Der dünnere Stempel bietet aber den Vorteil, daß die Menge des austretenden Öles entsprechend dem kleineren Umfang des Stempels geringer ist.

Spezifisches Gewicht von Argon.

Eine neue Beobachtung des spezifischen Gewichtes von Argon ergab den Wert 0,001 783 76, woraus sich das Molekulargewicht des Gases zu 39,945 berechnet.

Schmelzpunkt des Wismuts.

Der Schmelzpunkt des Wismuts wurde an 800 g Kahlbaumschen Metalls, das sich in einem Glasrohr unter Paraffin befand, gemessen. Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt zeigten keinen Unterschied; sie lagen im Mittel bei 271,0°.

Temperaturskala.

Für die Temperaturskala, welche den Thermometereichungen zugrunde liegt, sind neue Festsetzungen ausgearbeitet worden. Bei ihnen war der Gesichtspunkt maßgebend, daß die Skale nach Möglichkeit durchweg der thermodynamischen entsprechen soll. Da diese jedoch mit dem Fortschritt der Wissenschaft noch kleine Änderungen erfahren kann, so ist für die Eichungen eine Skale notwendig, die besonders durch eine Reihe von Fixpunkten festgelegt ist. Die neuen Vorschriften sind veröffentlicht und in dieser Zeitschrift 4, 165—170, 1916, besprochen.

Elastische Hysteresis.

Elastische Deformationsschleifen, wie sie sich u. a. auch beim Aneroid zeigen, müssen durch elastische Nachwirkung entstehen, werden aber auch bei sehr langsamem Tempo der Deformationsänderung beobachtet, was man durch die Annahme erklärt hat, daß zu der elastischen Nachwirkung eine elastische Hysteresis, also ein von der Zeit unabhängiger Vorgang hinzutritt. Der von der elastischen Nachwirkung abhängige Teil der Schleife läßt sich nach der Boltzmannschen Theorie aus dem gewöhnlichen Nachwirkungsversuch berechnen, bei welchem man die zeitliche Zunahme der Deformation unter Einwirkung eines bestimmten deformierenden Zwanges beobachtet; der Rest rührt dann von der Hysteresis her. Durch Anwendung dieser Methode auf die Biegung von Lamellen ergab sich, daß die Schleife bei hartem Neusilber zu $\frac{9}{10}$, bei Ebonit zur Hälfte von elastischer Hysteresis herrührt.

Prüfungstätigkeit.

Die Prüfungstätigkeit der Abteilung erstreckte sich auf 6607 Ausdehnungs-, 279 elektrische und optische Thermometer, 21 Instrumente für Druckmessung, 154 Apparate zur Untersuchung des Erdöls und 37 Gegenstände verschiedener Art. In den unter der Kontrolle der Reichsanstalt stehenden Thermometerprüfungsanstalten wurden in Ilmenau 383 323 ärztliche (gegen 183 323 im Vorjahr) und 1379 andere Thermometer geprüft. In Gehlberg war die Zahl der geprüften ärztlichen Thermometer von 60 763 im Jahre 1914 auf 104 028 im Jahre 1915 gestiegen.

Neue Thermometergläser.

Die Untersuchung neuer Thermometergläser ist fortgesetzt und bis auf die eines einzigen zum Abschluß gebracht worden. Dies letztgenannte Glas ist hochschmelzbar, wahrscheinlich bis 700° brauchbar und gut verarbeitungsfähig.

Ausdehnung von Glaszylindern.

Die beantragte Ermittlung der Ausdehnung von zwei Sorten Glaszylindern für Spiritusglühlicht wurde nach zwei Methoden ausgeführt. Einerseits wurden aus den Zylindern Stäbe von etwa 22 cm Länge geformt, deren lineare Ausdehnung relativ zu Quarzglas zwischen Zimmertemperatur und 200° gemessen wurde. Andererseits wurden aus den Zylindern Dilatometer geblasen und deren kubische Ausdehnung zwischen 0 und 200° mit Quecksilber als Füllflüssigkeit ermittelt. In derselben Weise wurde zum Vergleich die Ausdehnung des Glases der im Handel erhältlichen Gasglühlichtzylinder einer dritten Firma gemessen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Linearer Ausdehnungskoeffizient zwischen 18° und 200°.

Glassorte	Am Glasstab gemessen	Am Dilatometer gemessen	Mittel
I	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$
II	$6,7 \cdot 10^{-6}$	$6,5 \cdot 10^{-6}$	$6,6 \cdot 10^{-6}$
III	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$3,9 \cdot 10^{-6}$

Alle drei Glassorten zeigen demnach einen ungewöhnlich kleinen Ausdehnungskoeffizienten.

Aräometer für flüssige Luft.

Auf Ersuchen eines staatlichen Bergwerksbetriebes, welcher eine leicht ausführbare Messung des Sauerstoffgehaltes der flüssigen Luft wünschte, hat eine Berliner Firma Skalenaräometer für flüssige Luft hergestellt, zu denen die Reichsanstalt nach Messungen an Versuchsinstrumenten die Mutterskale lieferte. Einige fertige Aräometer wurden geprüft.

Vakuummantelgefäße aus Porzellan.

Ebenfalls von staatlichen Bergwerksbetrieben ist die Herstellung von Vakuummantelgefäßen aus Porzellan verlangt worden, die vor solchen aus Glas den Vorzug der größeren Haltbarkeit besitzen. Von der Kgl. Porzellanmanufaktur hergestellte Probedgefäße sind in der Reichsanstalt evakuiert und untersucht worden. Die Gefäße haben sich als dicht erwiesen und lassen sich, selbst ohne Erhitzung, gut und schnell auspumpen, wenn sie auch im Mantelraum glasiert sind. Es ist gelungen, das die Verbindung zur Pumpe vermittelnde Ansatzröhrchen aus Porzellan nach dem Evakuieren des Gefäßes im Knallglasgebläse gasdicht abzuschmelzen. Die Gefäße konnten durch Versilberung des Vakuummantels in der bei Glasgefäßen üblichen Weise erheblich verbessert wer-

den. — Zwei Gefäße, eines unversilbert, das andere versilbert, von 10½ cm lichter Weite und 40 cm Tiefe wurden in der Weise untersucht, daß man sie mit je 400 g flüssiger Luft beschickte und die Zeiten bestimmte, in denen je 50 g Luft verdampften. Es ergab sich:

Abnahme der flüssigen Luft	Zeit beim		
	unversilberten Porzellan- gefäß	versilberten Porzellan- gefäß	versilberten Glasgefäß
von 350 auf 300 g	15 Minuten	32 Minuten	69 Minuten
" 300 " 250 g	17 "	37 "	75 "
" 250 " 200 g	19 "	43 "	77 "

Zum Vergleich sind die entsprechenden Zeiten für ein gut versilbertes Glasgefäß von 12 cm lichter Weite und 25 cm Tiefe angegeben. — Im versilberten Porzellangefäß verdampfte eine 1 cm hohe Flüssigkeitsschicht in etwa 1 Stunde, im versilberten Glasgefäß in etwa 2 Stunden.

Präzisionsmechanisches Laboratorium und Werkstatt.

Prüfungstätigkeit.

Die Prüfungstätigkeit des Präzisionsmechanischen Laboratoriums erstreckte sich auf Teilungen auf Glas, Messing und Nickelstahl, ferner auf Endmaße, Leitspindeln, Stimmgabeln, Tachometer, Zentrifugen und Sphärometerringe.

Wissenschaftlich-technische Untersuchungen.

Die wissenschaftlich-technischen Untersuchungen des Laboratoriums konnten aus äußeren Gründen nur wenig gefördert werden. Dagegen gaben die laufenden Prüfungen Anlaß zu einigen Untersuchungen und Verbesserungen. So wurden Versuche angestellt, *Stimmgabeln durch Anblasen mit komprimierter Luft dauernd in Schwingungen zu erhalten*, was auch schon von anderer Seite auf andere, weniger vollkommene Weise erstrebt war. Der pneumatische Antrieb gelang bei Gabeln bis zu etwa 200 Schwingungen sofort, wenn man die Luft aus einer kreisrunden Öffnung von ca. 4 mm Durchmesser gegen das Ende einer Zinke strömen ließ. Die Öffnung war am Fußende einer feingängigen Schraube angeordnet, um die wirksame Entfernung zwischen Zinke und Öffnung bequem einstellen zu können. Planmäßige Versuche zeigten, daß der pneumatische Antrieb gegenüber dem bisher benutzten mittels Violinbogen größere Schwingungszahlen ergibt. Die so erhaltenen Unterschiede überschritten sogar in den meisten Fällen die bisher bei absoluten Messungen von Schwingungszahlen angegebene Unsicherheitsgrenze. Bei dieser Gelegenheit wurde zugleich gefunden, daß die Befestigungsart der Gabel gleichfalls von größerem Einfluß ist, als bisher angenommen wurde.

Reineckersche Meßmaschine.

Die zur Vergleichung von Endmaßen dienende Reineckersche Meßmaschine arbeitet in der Weise, daß sich das Endmaß auf der einen Seite mittelbar gegen eine mit Flüssigkeit gefüllte und mit Meßrohr versehene Dose legt. Einer Verschiebung des beweglichen Meßanschlags um $1 \mu = 0,001$ mm entspricht eine Niveauänderung der Flüssigkeitssäule im Steigrohr um rund 7 mm. Da sich beim Arbeiten mit dieser Meßdose vielfach Unregelmäßigkeiten zeigten, die wahrscheinlich auf elastischen Störungen in der stählernen Dosenmembran beruhen, so wurde die Meßdose durch einen optischen Fühlhebel ersetzt.

Lange Leitspindel.

Durch den Antrag auf Prüfung des Gewindes einer besonders langen Leitspindel (7,8 m Gewindelänge, 9,2 m Gesamtlänge) wurde Anlaß gegeben, hierfür besondere Einrichtungen zu treffen, da ein Komparator von entsprechenden Ausmaßen selbstverständlich nicht zur Verfügung stand. Die Einrichtung beruht auf der schrittweise vor sich gehenden Übertragung einer bestimmten Anzahl von Gängen auf einen gleichfalls schrittweise parallel zur Spindel verschobenen Stahlstab mittels eines auf die Leitspindel selbst aufgesetzten Reißerwerkes. Die so auf dem Stahlstab erhaltenen Strichintervalle werden auf dem Komparator metrisch ausgewertet.

Werkstatt.

In der Werkstatt wurden neben laufenden Arbeiten für die Bedürfnisse der Anstalt neue Apparate in größerer Anzahl teilweise nach besonders angefertigten Konstruktionszeichnungen gebaut.

Chemisches Laboratorium.

Normierte Metalle.

Obwohl man auf die technische Herstellung der chemischen Elemente im Zustande *absoluter* Reinheit von vornherein verzichten muß, bleibt die wichtige Aufgabe bestehen, dieselben der wissenschaftlichen Forschung in *möglichst* großer Reinheit zugänglich zu machen, wobei eine analytische Definierung des Reinheitsgrades eine ergänzende Forderung ist. Auf Grund mannigfacher Erfahrungen auf diesem Gebiete strebt die Reichsanstalt die Einführung „*normierter Metalle*“ in den Handel an und hat zunächst mit der Firma C. A. F. Kahlbaum ein Abkommen nach dieser Richtung getroffen. Die Firma hat es übernommen, einzelne wichtige Metalle in besonders großer Reinheit und ansehnlicher Masse herzustellen und nach genauer, von der Reichsanstalt vorzunehmender Untersuchung in kleinen Packungen unter Beifügung von Prüfungsscheinen der Reichsanstalt an Interessenten käuflich abzugeben. Es wird sich dabei ausschließlich um Erzeugnisse der vierten Reinigungs-

stufe¹⁾ handeln, deren einzelne Verunreinigungen noch genauer bestimmbar sind (maximale Gesamtverunreinigung $\frac{1}{100}$ %). Für die Wahl der Metalle soll die Nachfrage maßgebend sein. Mit dem vielfach gewünschten „normierten Zink“ ist der Anfang gemacht worden.

Reines Wismut.

Die Versuche über die Charakterisierung von reinem Wismut wurden beendet. Der Schmelzpunkt wurde (s. S. 572) zu 271,0° gefunden; der spezifische Widerstand nimmt mit zunehmender Reinheit des Wismuts ab. Der spezifische Widerstand des in der Reichsanstalt chemisch gereinigten Wismuts ist kleiner als der Widerstand des von einer Firma elektrolytisch gereinigten Metalls. Die Analyse bestätigt die geringere Reinheit der letzteren Probe. Damit ist gezeigt, daß die elektrolytische Reinigung des Wismuts schwieriger durchführbar ist als die chemische.

Reines Antimon.

Die Versuche über die Reinigung und die Analyse von Antimonmetall wurden fortgeführt. Das schon ziemlich reine „Antimon Kahlbaum“ gehört der dritten Reinigungsstufe an, d. h. die Gesamtverunreinigung übersteigt nicht 0,1 %. Bei der Analyse wurden Blei, Kupfer, Eisen, Nickel, Zinn als Verunreinigungen gefunden.

Reines Nickel.

Bei der weitergeführten Untersuchung über die Reinigung des Nickels wurde das Chlorid als geeignetes Ausgangsmaterial erkannt. Die Analyse einer Probe elektrolytisch gewonnenen reinen Nickels aus der Technik ergab als Verunreinigungen Zink, Kobalt, Blei, Kupfer, Eisen im Gesamtbetrag von 2 %. Für die sehr schwierige Herstellung von ganz reinem Nickel durch elektrolytische Übertragung müssen die Nickelanoden sowohl wie die Bäder von diesen Verunreinigungen frei sein.

Platin und Leuchtgas.

Eine schon vor längerer Zeit begonnene Untersuchung über die Abnutzung der Platingeräte durch Leuchtgas wurde zum Abschluß gebracht. Als praktische Regel im Sinne der Haltbarkeit von Platingeräten ergab sich dabei die Vermeidung von Eisen und Rhodium im Metallmaterial und die Anwendung möglichst schwefelfreien Gases zum Erhitzen bei ausreichendem Luftzutritt in der Flamme. Im Zusammenhang hiermit wird erwähnt, daß das der Reichsanstalt zugeführte Leuchtgas während des Krieges durch Entziehung der Karburierungsmittel eine Verringerung der Leuchtkraft erfahren hat, welche von einer sehr

erwünschten Verminderung des Schwefelgehaltes begleitet ist. Derselbe betrug auf 10 cbm Gas im Frühjahr 1912 60 bis 104 g Schwefel, im Januar 1916 aber nur 18 bis 20 g und wird voraussichtlich nicht viel höher steigen. Diese hygienische Verbesserung des Gases kommt auch der experimentellen Arbeit vielfach zugute.

Messende Untersuchung des Lichtsinnes bei Stachelhäutern.

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Heß, München.

Wer die interessanten Fragen nach Art und Verbreitung des Lichtsinnes in der Tierreihe fördern will, muß trachten, einerseits neue Lichtreaktionen bei Tieren aufzudecken, andererseits die physikalischen und physiologischen Bedingungen zu ermitteln, von welchen diese Reaktionen abhängen, und so deren Beziehungen zu genauer bekannten Lichtreaktionen bei anderen Tieren und beim Menschen kennen zu lernen.

Die Untersuchung des Lichtsinnes niederer Tiere beschränkte sich früher auf solche Arten, die eine ausgesprochene Neigung zeigen, zum Lichte hin oder vom Lichte weg zu gehen. Nicht weniger interessant aber und zum Teile viel wichtiger und lehrreicher sind zahlreiche andere, bisher wenig oder gar nicht gekannte Reaktionen, die bei vielen Tieren durch oft erstaunlich geringe Änderungen der Stärke der Belichtung hervorgerufen werden können. Ich habe an einer Reihe von Beispielen gezeigt, in welcher Weise uns solche Reaktionen Aufschluß über die Sehqualitäten der betreffenden Tiere geben können; ich erwähne z. B. die bei *Amphioxus*, marinen Krebsen, Röhrenwürmern, Mückenlarven u. a. durch Lichtstärkenwechsel hervorgerufenen Bewegungen¹⁾.

Besonders interessante Befunde konnte ich bei *Stachelhäutern* erheben, die ich vor 2 Jahren an der zoologischen Station in Neapel untersuchte und über welche ich, einer Aufforderung der Schriftleitung folgend, hier einiges mitteile.

Über den Lichtsinn bei *Seesternen* waren unsere Kenntnisse bisher äußerst dürftig, die Angaben sehr widersprechend. Die an ihren Armspitzen befindlichen, meist rot gefärbten Punkte pflegte man als „Augenpunkte“ zu deuten und stützte diese Vermutung mit dem Hinweise darauf, daß die Tiere beim Kriechen diese Armspitzen oft etwas emporheben, als wollten sie sich umsehen. Versuche, durch Abschneiden der Armspitzen mit jenen „Augenpunkten“ die Frage nach der Bedeutung der letzteren zu entscheiden, führten nicht zu übereinstimmenden Ergebnissen. Von einem Einflusse des Lichtes auf die Seesterne war nur bekannt, daß manche Arten die hellste, andere die dunkelste Stelle ihres Behälters aufsuchen sollen.

¹⁾ S. C. Heß. Vergl. *Physiol. des Gesichtssinnes*, Fischer, Jena 1912.

¹⁾ Eine Massenverunreinigung des Metalls von höchstens

1 zu 10	entspricht der ersten Reinigungsstufe,	
1 zu 10 ²	„ „ zweiten	„
1 zu 10 ³	„ „ dritten	„
1 zu 10 ⁴	„ „ vierten	„
1 zu 10 ⁵	„ „ fünften	„ usf.

Als ich verschiedene Seesternarten systematisch untersuchte, fand ich die überraschende Tatsache, daß bei den Astropectiniden die *Füßchen* in hohem Grade lichtempfindlich sind.

Astropecten ist eine verbreitete Seesternart von ansehnlicher Größe; die Arme haben hier vielfach eine Länge von 15 cm und mehr. Legt man ein solches Tier im Halbdunkel auf den Rücken, so streckt es bald seine ca. 800 weißlichen oder rötlichgelben Füßchen etwa 1 cm weit hervor. Bestrahlt man eine Stelle eines Armes mit einer mäßig starken Lichtquelle, so werden nach etwa 1 Sekunde die bestrahlten und die unmittelbar angrenzenden Füßchen lebhaft eingezogen, und gleichzeitig wird die Ambulakralrinne, aus der die Füßchen hervortreten, geschlossen, indem die ihr anliegenden Stacheln über den eingezogenen Füßchen zusammenschlagen. Je größer die Lichtstärke des Reizlichtes ist, um so rascher und

lang diese Erscheinung nachweisen, die in vielen Beziehungen außerordentlich merkwürdig ist. Ist es doch bisher ohne Beispiel in der Tierreihe, daß ein verhältnismäßig so großer Teil der Körperoberfläche eines Tieres, wie ihn die etwa 800 Füßchen unserer Seesterne darstellen, gleichmäßig und in so hohem Maße lichtempfindlich ist. Da sie durchschnittlich etwa 1 cm lang sind, geben sie, aneinander gereiht, einen 8 m langen Streifen lichtempfindlicher Substanz an der vom Lichte abgewendeten Seite eines jeden Tieres. Es ist schwer, eine Vorstellung von der biologischen Bedeutung zu gewinnen, die dem Auftreten so großer Lichtempfindlichkeit an einem Organ zukommt, das nach der herrschenden Meinung ausschließlich der Fortbewegung dient und an dem bisher keinerlei lichtempfindliche Elemente nachgewiesen werden konnten.

Die Untersuchung mit verschiedenfarbigen Lichtern ergab, daß rotes Licht auf die Seesternfüßchen auch dann ohne Wirkung ist, wenn es uns leuchtend hell erscheint, während Belichtung mit Blau und Grün lebhaftes Einziehen der Füßchen zur Folge hat, auch wenn diese Lichter uns viel weniger hell erscheinen als das Rot. Aus meinen weiteren Versuchen (auf die hier nicht



Fig. 1.

lebhafter erfolgt das Einziehen der Füßchen. Fig. 1 gibt eine Momentaufnahme wieder, die etwa 2 Sekunden nach kurz dauernder Belichtung eines vorher dunkel gehaltenen Tieres aufgenommen ist (etwa $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe). Die beiden nach oben gerichteten Arme waren nicht belichtet, die Füßchen sind hier weit vorgestreckt. An den drei unteren Armen waren die proximalen Abschnitte auf einer Strecke von etwa 3 cm kurze Zeit belichtet worden; in diesem Gebiete sind die Füßchen ganz eingezogen, die Rinne ist fast geschlossen.

Nach Aufhören der Belichtung werden die Füßchen bald wieder vorgestreckt. Für das Eintreten dieser Reaktionen ist die Armspitze ohne Belang; sie erfolgt in gleicher Weise an Armen, deren Spitze abgeschnitten ist, ja selbst an nur 2—3 cm langen, aus den mittleren Armteilen herausgeschnittenen Stücken kann man noch tage-

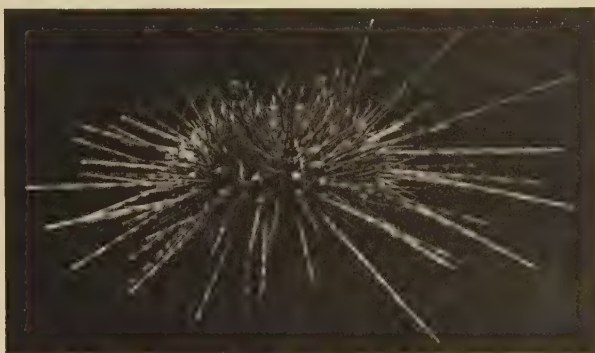


Fig. 2.

eingegangen werden kann) ergibt sich, daß die Art der Abhängigkeit der Lichtreaktionen dieser Seesternfüßchen von der Wellenlänge eine ähnliche oder die gleiche ist, wie beim total farbenblinden Menschen.

Endlich war es mir möglich, umfangreiche adaptative Änderungen an den Füßchen nachzuweisen, vermöge deren die Lichtempfindlichkeit der letzteren durch kurzen Dunkelaufenthalt auf mehr als das Hundertfache anzusteigen vermag.

Fast noch interessanter als die eben geschilderten sind Lichtreaktionen, die ich an dem *Seeigel* *Centrostephanus longispinus* auffand. Die Tiere, die in der Nähe von Positano bei Neapel in einer Tiefe von ca. 50 m gefangen werden und von deren schönen, zum Teil 10—12 cm langen Stacheln Fig. 2 eine Vorstellung geben mag, zeigen in der Umgebung ihrer nach oben gerichteten Analöffnung 25—35 eigentümliche, schön

hellviolette, etwa 2—3 mm lange Kölbchen, die auf kleinen, flachen Erhebungen so locker befestigt sind, daß sie bei zartem Anfassen mit der Pinzette sich von der Unterlage lösen. Sie sind von einer großen Zahl 1—2 cm langer, harter, spitzer Stacheln umgeben, die bei jedem Versuche, die Kölbchen mit der Pinzette zu fassen, von allen Seiten wie zum Schutze über ihnen zusammenschlagen. Man hatte bisher von diesen Kölbchen nur gewußt, daß sie häufig lebhaft rotierende Bewegungen zeigen, es war aber nicht erkannt worden, welche Umstände diese merkwürdigen Bewegungen hervorrufen. Ich fand die überraschende Tatsache, daß diese in erster Linie und in besonders auffälliger Weise bei jeder *Belichtungsabnahme* auftreten. Stellen wir ein Tier in einem Glase ans helle Fenster, so sind die Kölbchen zunächst in Bewegung, kommen aber nach etwa 1 Minute zur Ruhe. Führt man nun mit der Hand rasch einmal an der Fensterseite so über dem Gefäß hin, daß die Tiere einen Augenblick vom Schatten der bewegten Hand getroffen werden, so beginnen nach $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Sekunden die meisten Kölbchen lebhaft zu rotieren. Die Bewegung wird allmählich langsamer und hört nach 10—30 Sekunden wieder auf, um bei jeder geringsten Lichtstärkenabnahme von neuem einzusetzen. Diese Bewegungen erfolgen *nur* bei Lichtstärkenabnahme, während Lichtstärkenzunahme keine Kölbchenbewegung hervorruft, vielmehr, wenn sie genügend stark ist, eine vorhandene Bewegung deutlich verlangsamt.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß diese merkwürdigen Vorgänge sich nur zufällig entwickelt haben, also für den Lebenshaushalt des Tieres ohne Wert sind, aber es ist nicht ganz leicht, eine befriedigende Vorstellung von ihrer Bedeutung zu gewinnen. Unter den verschiedenen von mir erwogenen Möglichkeiten scheint mir die folgende noch am meisten für sich zu haben. Die von mir untersuchten Tiere stammten aus einer Tiefe von etwa 50 m, zu welcher vom Tageslicht nur die blauen und violetten Strahlen gelangen, also eben die, welche von den hellvioletten Kölbchen zurückgeworfen werden. Ein in jener Tiefe schwimmender Fisch sieht letztere also als helle Flecke in dunkler Umgebung; fällt der Schatten des Fisches auf die Kölbchen, so fangen sie an, sich lebhaft zu bewegen und können dadurch leicht die Aufmerksamkeit der Fische auf sich ziehen. Beim Versuche, danach zu schnappen, werden die Fische leicht an den Stacheln gespießt und verletzt werden, und manche von ihnen können so den Seeigeln zur Nahrung dienen. Wenn diese Auffassung sich als richtig erweist, was sich durch geeignete Versuche wird prüfen lassen, so hätten wir in jenen Kölbchen funktionell ähnliche Bildungen vor uns, wie z. B. in den angelartigen Fortsätzen über dem Maul des Seeteufels (*Lophius*), oder in den mit Leuchtorganen versehenen Fortsätzen mancher Tiefseefische (auch in den Barteln mancher Fische und Schildkrötenarten),

die gleichfalls durch auffällige Bewegungen im Wasser zur Anlockung der Beute dienen.

Soviel über die rein biologische Seite der Frage. Vom *physiologisch-optischen* Standpunkte ist von besonderem Interesse, daß diese Kölbchenbewegungen bei so außerordentlich geringen Lichtstärkenabnahmen erfolgen, daß mit ihrer Hilfe der *Lichtsinn unserer Seeigel mit fast der gleichen Genauigkeit messend untersucht werden kann, wie jener des Menschen*.

Indem ich mit geeigneten optischen Hilfsmitteln systematisch die kleinsten Lichtstärkenabnahmen bestimmte, die eben noch Kölbchenbewegungen auslösten, fand ich die überraschende Tatsache, daß unsere Seeigel fast die kleinsten Lichtstärkenunterschiede wahrnehmen, die von einem normalen Menschenauge noch eben als Helligkeitsunterschiede wahrgenommen werden! Damit war aber die Möglichkeit gegeben, auch die Frage nach einem etwaigen Farbensinne bei den Seeigeln mit den Methoden der wissenschaftlichen Farbenlehre in Angriff zu nehmen. Ich muß mich hier auf einige kurze Andeutungen beschränken.

An einer jeden farbigen Empfindung können wir einen farbigen und einen farblosen (schwarzen, grauen, weißen) Empfindungsanteil unterscheiden. Die Helligkeit der farbigen Empfindung hängt nicht nur von dem farblosen, sondern auch von dem farbigen Empfindungsanteile ab. Bei gleicher Art des farblosen Anteils ist eine gelbe und eine rote Farbe um so heller, eine blaue und eine grüne um so dunkler, je deutlicher der bunte Empfindungsanteil gegenüber dem farblosen ist. Daraus folgt z. B., daß mit dem Zurücktretten des farbigen Empfindungsanteiles gegenüber dem farblosen, wie dies z. B. bei abnehmender Belichtung und entsprechend zunehmender Dunkeladaptation unseres Sehorgans der Fall ist, ein Rot und ein Blau oder Grün, die uns bei hellem Tageslichte etwa gleich hell erschienen waren, jetzt sehr verschieden hell erscheinen, so zwar, daß nunmehr das Rot viel dunkler geworden ist als das Blau bzw. Grün: Bei Geranien, deren rote Blüten wir im Sonnenschein leuchtend hell und ebenso hell oder heller als ihr grünes Laub sehen, erscheinen abends bei fortgeschrittener Dämmerung die Blüten tief dunkelgrau, fast schwarz zwischen den jetzt viel heller grau gesehenen Blättern. Ebenso wie der normale Mensch die farbigen Lichter bei stark herabgesetzter Belichtung, sieht sie der total Farbenblinde unter allen Umständen, also auch bei sehr hohen Lichtstärken. Von verschiedenen farbigen Lichtern, die für den total Farbenblinden gleich hell erscheinen, sind für den Farhentüchtigen bei Tageslicht die roten viel heller, die blauen dunkler. Läßt man verschiedene Personen bei Tageslicht zu einem roten Papier ein ihnen angenähert gleich hell erscheinendes graues aussuchen, so wählt der Normale ein helleres Grau als z. B. der sog.

Rotblinde, dieser wieder ein viel helleres als der total Farbenblinde usw.

Ich konnte nun die einschlägigen Verhältnisse bei unseren Seeigeln in der Weise prüfen, daß ich auf sie erst ein bestimmtes farbiges, dann in raschem Wechsel ein anderes farbiges Licht oder ein mehr oder weniger helles bzw. dunkles Grau wirken ließ, z. B. in der Weise, daß ich große Kartons mit geeignet ausgewählten farbigen und grauen Papieren bespannte und das von diesen zurückgeworfene Licht auf die in passend aufgestellten Behältern befindlichen Tiere wirken ließ. Bezeichnen wir die beiden nacheinander auf die Seeigel wirkenden Flächen bzw. das von ihnen zurückgeworfene Licht mit I und II, so gilt folgendes:

Erfolgt bei Übergang von I zu II Bewegung der Kölbchen, so ist für den Seeigel die Fläche II dunkler als I. Erfolgt bei Übergang von I zu II keine Bewegung der Kölbchen, wohl aber bei Übergang von II zu I, so ist für den Seeigel II heller als I. Erfolgt weder bei Übergang von I zu II, noch bei Übergang von II zu I Kölbchenbewegung, so sind die beiden Lichter für den Seeigel annähernd oder genau gleich hell. Bei der erstaunlichen Unterschiedsempfindlichkeit unserer Tiere lassen sich auf diese Weise außerordentlich genaue Helligkeitsgleichungen zwischen verschiedenen farbigen und farblosen Flächen herstellen. Ich habe die durch das Licht ausgelösten Bewegungen unserer Seeigel auf diesem Wege in großem Umfange mit farbigen und grauen Papierflächen und mit verschiedenen farbigen und grauen Glaslichtern von jedesmal bekannter Helligkeit systematisch durchgeprüft. Es ergab sich übereinstimmend, daß die durch Reizung mit *farbigen Lichtern hervorgerufenen Reaktionen bei unseren Seeigeln eine ähnliche oder die gleiche Art der Abhängigkeit von der Wellenlänge zeigen wie die Helligkeitsempfindungen des total farbenblinden Menschen bei Untersuchung mit den gleichen farbigen Lichtern*. Damit ist also der Nachweis der *totalen Farbenblindheit der Seeigel erbracht*¹⁾.

Bei den bisher mitgeteilten Untersuchungen hatte ich die Lichtreaktionen der Tiere zu den *Helligkeitsempfindungen* des Menschen in Beziehung gebracht. Es war nach verschiedenen Richtungen von Interesse, zu versuchen, ob der Nachweis der totalen Farbenblindheit unserer Tiere auch ohne solche Bezugnahme auf unsere „subjektiven“ Helligkeitsempfindungen zu erbringen ist; in der Tat konnte ich in anderen neuen Untersuchungsreihen jene objektiven Lichtreaktionen bei Tieren zu *objektiven* Lichtreaktionen beim Menschen, und zwar zum *Pupillen-*

spiele, in Beziehung bringen. Mit Hilfe des von mir zu dem Zwecke konstruierten Differentialpupilloskopes konnte ich zum ersten Male genauere Messungen der pupillomotorischen Reizwerte verschiedener sattfarbiger Glaslichter für normale und für verschiedene Arten von farbenblinden Menschaugen vornehmen; für die gleichen farbigen Lichter bestimmte ich mit dem gleichen Apparate deren motorische Werte für die Seeigelskölbchen. Es ergab sich auch auf diesem, sehr genaue Messungen gestattenden Wege die gleiche Abhängigkeit der Lichtreaktionen unserer Kölbchen von der Farbe des Reizlichtes, wie sie das Pupillenspiel des total farbenblinden Menschen zeigt; die Werte für farbentüchtige Menschaugen sind von jenen durchaus und in ganz charakteristischer Weise verschieden.

Durch analoge Versuche konnte ich für eine große Zahl von anderen wirbellosen Tieren nachweisen, daß auch sie sich ganz so wie total farbenblinde und durchaus anders als wie farbentüchtige Menschen verhalten. Unter den Insekten eignen sich insbesondere die *Bienen* durch ihre feine Unterschiedsempfindlichkeit für Helligkeiten gut für genauere messende Untersuchungen, und es läßt sich daher auch leicht zeigen, daß die in der Zoologie übliche Annahme eines Farbensinnes der Bienen irrig und somit auch die herrschende Meinung von der Bedeutung der Blütenfarben hin-fällig ist.

Besprechungen.

Die totale Sonnenfinsternis vom 21. August 1914, beobachtet auf Sandnessjøen auf Alsten (Norwegen). Gemeinsame Expedition der Sternwarte der Kgl. Technischen Hochschule Berlin und der Optischen Anstalt C. P. Goerz A.-G., Friedenaau. Bericht von A. Miethe, B. Seegert, F. Weidert. 93 S., ein Geländeplan, 63 Abbildungen und 10 Tafeln. 4°. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1916. Preis geb. M. 12,—.

Während die zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis vom 21. August 1914 nach der Krim gesandte deutsche Expedition durch den Ausbruch des Krieges an jeder Beobachtung verhindert wurde, die übrigen dorthin gegangenen Expeditionen aber wegen schlechten Wetters sich gleichfalls in ihren Hoffnungen getäuscht sahen, war die in dem vorliegenden Werk beschriebene, von der Kgl. Technischen Hochschule Berlin und der Optischen Anstalt C. P. Goerz unternommene Expedition vom Wetter zwar begünstigt, konnte aber doch nur einen Teil ihres Programms ausführen, weil vier von den acht Teilnehmern, durch ihre Dienstpflicht genötigt, schon vor dem Finsternistag nach Deutschland zurückkehren mußten und wegen des unregelmäßigen Seeverkehrs die Instrumente nicht alle rechtzeitig und mit sämtlichem Zubehör ankamen.

Als Hauptaufgabe hatte man sich gesetzt, die Helligkeit der Korona in ihren verschiedenen Teilen für mehrere Spektralgebiete zu erforschen. Die photographischen Apparate hatten daher lichtstarke, kurzbrennweitige Objektive, zur Begrenzung des Spektralgebietes sollten Farbenfilter benutzt werden. Ferner war geplant, mit Anwendung zweier gegeneinander

¹⁾ Wenn man immer wieder die Annahme vorbringt, Tiere, die das geschilderte, für totale Farbenblindheit charakteristische Verhalten zeigen, könnten doch „auch“ Farbensinn haben, so ist eine solche Meinung nicht besser, als wenn jemand sagen wollte, eine Flüssigkeit, die die charakteristischen chemischen Merkmale des Quecksilbers zeigt, könne doch „auch“ Wasser oder Schwefelsäure sein.

auswechselbarer Prismensätze das Spektrum der äußeren Teile der Korona zu photographieren, sowie unmittelbar nach Eintritt der Totalität das Spektrum der umkehrenden Schicht. Aus den erwähnten Gründen konnten diese Absichten jedoch nicht durchgeführt werden, wohl aber wurden mehrere Aufnahmen der Korona ohne Farbenfilter mit Kameras von 60 cm, 100 cm, 345 cm und 20 m Brennweite gemacht. Die beiden kleineren dieser Kameras hatten die Öffnungsverhältnisse 1:5 und 1:6; die beiden großen lagen auf horizontaler Unterlage und erhielten das Sonnenlicht mittels Heliostaten. Die 345-m-Kamera besaß ein Objektiv von 110 mm Durchmesser, welches jedoch bei der Aufnahme auf 40 mm abgeblendet gewesen zu sein scheint; zur 20-m-Kamera waren die beiden Spiegel eines Cassegrainschen Spiegelteleskops benutzt, deren größerer eine Öffnung von 30 cm und eine Brennweite von 1,8 m hatte.

Mit der kleineren Horizontalkamera wurde auch eine photographische Bestimmung der Zeiten des 1. und 4. Kontaktes ausgeführt, visuell wurden der 1., 3. und 4. Kontakt beobachtet.

Ferner wurden mit einer Thermosäule noch Strahlungsmessungen und endlich noch meteorologische Beobachtungen angestellt. Die Zeit erhielt die Expedition durch die Norddeicher und Pariser Zeitsignale.

Die nicht zur Verwendung gekommenen Instrumente waren ein *Flashspektrograph*, mit welchem das unmittelbar nach Eintritt der Totalität aufblitzende Spektrum der umkehrenden Schicht aufgenommen werden sollte, ein *Spaltspektrograph* zur Aufnahme des Spektrums der Korona, eine *vierfache Photometerkamera* für gleichzeitige Aufnahmen der Korona in vier verschiedenen Spektralgebieten zur Vergleichung ihrer Helligkeiten, eine *Dreifarbenastrokamera* zur Aufnahme einer Dreifarbenphotographie der Korona und ein als *aplanatischer Linsenspiegel* bezeichnetes Instrument, eine Verbindung von Refraktor und Reflektor, indem von den zwei, einen Durchmesser von 40 cm besitzenden Linsen, einer Zerstreuungslinse aus Kron- und einer Sammellinse aus Flintglas die letztere an ihrer Hinterfläche versilbert war, so daß die Lichtstrahlen nach ihrer Reflexion an dieser Fläche die beiden Linsen noch einmal durchdringen mußten. Resultate mit diesem neuen Instrumententypus würden für seine Beurteilung natürlich besonderes Interesse gehabt haben.

Die von F. Weidert gegebene Beschreibung der Instrumente ist von erwünschter Ausführlichkeit, namentlich ist der Korrektionszustand der Objektive genau angegeben und auch das Verfahren, durch welches die Helligkeit der Korona in ihren einzelnen Teilen auf die Helligkeit der freien Sonnenscheibe bezogen werden sollte, eingehend auseinandergesetzt.

Otto Knopf, Jena.

Tillmans, J., Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. Bd. XVII der von Patentanwalt L. Max Wohlgemuth (Berlin) herausgegebenen Laboratoriumsbücher für die chemischen und verwandten Industrien. Halle, Wilhelm Knapp, 1915. XII, 259 S. und 19 Abbild. Preis geh. M. 11,20, geb. M. 11,75.

Die im natürlichen Wasser sowie meist auch im Abwasser enthaltenen Stoffe sind vielfach nur in recht geringen Mengen vorhanden. Für Zentralversorgungsanlagen sind andererseits schon Mengen unter 1 mg Eisen und auch Mangan in einem Liter Wasser störend. In gesundheitlicher Hinsicht sind ferner Leitungswässer, die nur Bruchteile eines Milligramms Blei im

Liter Wasser enthalten, bereits nicht unbedenklich. Diese paar Beispiele dürften zeigen, daß es sich bei Wasser- und auch Abwasseruntersuchungen nicht nur darum handelt, äußerst geringe Mengen verschiedener Stoffe sicher nachzuweisen, sondern auch mit möglichster Genauigkeit diese zu bestimmen. Für die Begutachtung eines Trink- und Brauchwassers sowie auch eines häuslichen und gewerblichen Abwassers ist die einwandfreie qualitative und quantitative Feststellung der darin enthaltenen Bestandteile von größter Bedeutung.

Auf dem genannten Gebiete ist in den letzten Jahren viel gearbeitet worden, und wesentliche Fortschritte sind auch hier zu verzeichnen. Neben anderen Forschern hat sich besonders J. Tillmans (Frankfurt a. M.) durch zahlreiche wertvolle Nachprüfungen, Verbesserungen und neuere Verfahren in Wasserfachkreisen einen Namen gemacht. In dem vorliegenden Werk hat der Verfasser auf Grund seiner langjährigen praktischen Erfahrungen auf dem Wassergebiete die zurzeit allgemein anerkannten, besten Methoden des Nachweises wie der Bestimmung der einzelnen für Wasser und Abwasser in Betracht kommenden Stoffe unter Angabe der einschlägigen Literatur übersichtlich zusammengestellt. Für den praktischen Gebrauch des Buches ist es ferner von Vorteil, daß auch von ihm die Beurteilung der erhaltenen einzelnen Untersuchungsbefunde sowohl bei Wasser als auch bei Abwasser in besonderen Abschnitten weitgehend berücksichtigt ist. Die überaus wichtige Frage des etwaigen Metall- und Mörtelmaterialangriffes von Leitungswasser, ein Gebiet, auf dem Tillmans viel gearbeitet hat, findet ebenfalls in einem Abschnitt die entsprechende Würdigung. Tillmans' neues Werk bildet eine wertvolle Ergänzung des von ihm im Jahre 1912 im gleichen Verlage erschienenen Buches „Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung“, worüber ich in dieser Zeitschrift — 1913, Heft 19 und 35 — näher berichtet habe.

Im einzelnen ist über die Einteilung seines neuesten Werkes kurz folgendes zu sagen:

Seite 1 bis 147 bringt die Untersuchung von Trink- und Gebrauchswasser. Kapitel A behandelt die Untersuchung des Wassers auf seine hygienische Beschaffenheit, mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle und über den großen Wert der Ortsbesichtigung. Auch die neueren physikalischen Methoden, wie Radioaktivität und elektrolitische Leitfähigkeit, haben Aufnahme gefunden. Kapitel B enthält die Methoden der Untersuchung des Wassers auf aggressive und störende Stoffe, wie Sauerstoff, Kohlensäure, Eisen, Mangan, Härte usw. Eine Beurteilung der Befunde ist jedem Abschnitt beigelegt. Der zweite große Abschnitt befaßt sich mit der Untersuchung des Abwassers. Zunächst werden die physikalischen und chemischen Verfahren bei der Untersuchung von Abwasserproben eingehend beschrieben, alsdann folgt die praktisch ebenfalls wichtige Untersuchung von Abwasserschläm. Die Kontrolle von Kläranlagen, ebenso Angaben über die Reinigungsmöglichkeiten von Abwässern bilden die beiden Schlußkapitel. Die Vorschriften zu den verschiedenen Reagentien sind in einem besonderen Abschnitt zusammengestellt. Ein ausführliches Namen- und Sachverzeichnis sind dem Buche beigegeben.

Zusammenfassend kann nur wiederholt werden, daß das vorliegende, von einem bewährten Fachmann geschriebene Werk ohne Überhebung als eins der besten und zuverlässigsten Bücher auf dem Gebiete der chemischen Untersuchung von Wasser und Abwasser zu

bezeichnen ist, das in keinem Laboratorium, wo derartige Untersuchungen ausgeführt werden, fehlen dürfte.

H. Klut, Berlin-Dahlem.

Klut, Hartwig, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. 3. umgearbeitete Auflage. Berlin, Julius Springer, 1916. VI, 185 S. und 33 Textfiguren. 8°. Preis geb. M. 4,60.

Der Verfasser ist ein seit langen Jahren auf dem Gebiete der Wasserversorgung und Wasseruntersuchung tätiger erfahrener Fachmann, der am Ausbau der Methoden der Wasseruntersuchung und -beurteilung einen hervorragenden Anteil hat. Es ist daher verständlich, daß *Kluts* Buch von Anfang an mit regem Interesse begrüßt worden ist und sich viele Freunde erworben hat. Es liegt nunmehr schon in der 3. Auflage vor.

Die vorliegende Auflage ist in verschiedener Hin-

sicht verbessert und erweitert. Vor allen Dingen bemüht sich *Klut* in jeder Auflage, den Inhalt des Buches dem neuesten Stande der Wissenschaft anzupassen. So mußten denn die Abschnitte über die Härte, die Feststellung der Reaktion, über die Kohlensäure und die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit ganz umgearbeitet werden. Aber auch in fast allen anderen Teilen des Buches sind die neuesten Arbeiten überall berücksichtigt. Neu aufgenommen sind die Kapitel über den Wert der Ortsbesichtigung bei der Prüfung von Wassergewinnungsanlagen, über die bakteriologische Untersuchung sowie über Metalle und Mörtelmaterial angreifende Wässer. Besonders das letztere Kapitel ist in seiner Vollständigkeit für jeden Praktiker von großer Wichtigkeit.

Das Buch wird in der 3. Auflage seine vielen Freunde sich bewahren und neue hinzugewinnen.

J. Tillmans, Frankfurt a. M.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

27. Juli.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Waldeyer.

1. Herr *Schottky* sprach über den *Picardschen Satz*. Es wird der Zusammenhang des *Picardschen Theorems* mit *Cauchys* und namentlich mit *Riemanns* Funktionsdefinition besprochen, und es werden einige Vereinfachungen des elementaren Beweises angegeben.

2. Herr *Fischer* berichtete über die *Synthese des Phloretins*, die er in Gemeinschaft mit Herrn *Osman Nouri* ausgeführt hat. Das *Phloretin* läßt sich aus seinen Spaltprodukten, dem *Phloroglucin* und der *Phloretinsäure*, wieder aufbauen.

3. Herr *Fischer* legte ferner eine Abhandlung über *Isomerie der Polypeptide* vor. Sie enthält Betrachtungen über die verschiedenen Arten von *Isomerie* und mehrere allgemeine mathematische Ausdrücke für die Berechnung der Anzahl der Formen. Die Resultate werden auch auf die Proteine angewandt.

4. Herr *Beckmann* überreichte eine mit Herrn

E. Bark bearbeitete II. Mitteilung über *Seetang als Ergänzungsfuttermittel*.

5. Herr *Beckmann* legte eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. C. *Neuberg* in Berlin über *Hydrotropie* vor. Darunter wird die Eigenschaft von gewissen Salzen verstanden, Substanzen, welche an sich in Wasser wenig oder gar nicht löslich sind, in wäßrige Lösung überzuführen.

6. Herr *Penck* berichtete über neuere Arbeiten zur geographischen Erforschung des osmanischen Reiches. Es ist eine Landesaufnahme geschaffen worden, welche Karten aufnehmen soll, und zwar in den Maßstäben 1 : 25 000, 1 : 50 000 und 1 : 200 000, je nach der Bedeutung des betreffenden Gebietes. Die Leitung liegt in den Händen von Exzellenz *Mehemmed Scherki Pascha*. Die Erforschung des Klimas soll organisiert werden. Die während des Krieges eingerichteten Feldwetterstationen sollen nach Friedensschluß der zu schaffenden Organisation übergeben werden, mit deren Einrichtung der Professor der Geographie an der Universität *Stambul*, Dr. *Obst*, betraut ist. Ihre Verteilung ist eine so günstige, daß durch Errichtung zweier neuer Stationen ein ziemlich gleichmäßiges Stationsnetz für Kleinasien gewonnen werden würde.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Heft 14, 1916.

Über die innere Reibung der Gase. I. Der erste Reibungskoeffizient; von M. B. Weinstein. Auf Grund einer doppelten Darstellung des Entropieprinzips wird eine Formel für den Reibungskoeffizienten abgeleitet, die seine Abhängigkeit von Druck, Dichte, Temperatur und außerdem von Atomzahl und vom Molekulargewicht feststellt. Alle vorliegenden Erfahrungen über die Reibung der Gase werden dann benutzt, diese Formel zu prüfen. Gleichzeitig kommt das Verhältnis zu anderen Formeln zur Sprache. Fast überall wird Bestätigung gefunden, namentlich auch hinsichtlich der Abhängigkeit vom Molekulargewicht.

Die Geschwindigkeitsabnahme der α -Strahlen in Materie; von L. Flamm und R. Schumann. Auf Grund der Beobachtungen von *Marsden* und *Taylor* wird durch Ausgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate die Geigersche Formel nebst ihrer Verallgemeinerung geprüft, ferner bei wesentlich besserem Anschluß noch eine dreigliedrige Formel. Alle beobachteten Endstücke weisen sehr nahen linearen Geschwindigkeitsabfall auf und liefern durch lineare Extrapolation

bei sämtlichen beobachteten Substanzen fast die gleiche Endgeschwindigkeit der α -Strahlen von $0,336 \pm 0,004$ der Anfangsgeschwindigkeit bei *RaC*. Es ergeben sich zahlreiche Analogien im Verhalten der α -Strahlen und der Kanalstrahlen. Zum Schlusse wird der Vergleich mit der theoretischen Formel *Bohrs* durchgeführt.

Die Resonanz- und Interferenzerscheinungen in der Seebeckschen Röhre; von Karl L. Schaefer. Die Seebecksche Interferenzröhre kann in oder außer Verbindung mit dem Ohre verwendet werden. In letzterem Falle wirkt sie, sofern das Seitenröhrchen sehr eng ist, wie ein rings geschlossener Zylinderreservator von variabler Länge. Ist an Stelle des Seitenröhrchens eine einfache Öffnung vorhanden, so retourniert nur die Strecke zwischen dieser und dem Kolben. Ist das Seitenröhrchen so weit, daß es nur als teilweise Deckung wirkt, so entwickelt sich ein mittlerer Resonanzzustand. Wird das Seitenröhrchen mit dem Ohre verbunden, so kommen in der Röhre sowohl Resonanz- als auch Interferenzzustände vor, wobei das Verhalten der Röhre im einzelnen von der Stellung des Kolbens und der Länge des Röhrenstückes zwischen Mündung und Seitenrohr abhängt.

In der Abhandlung werden die verschiedenen Zustände näher untersucht.

Untersuchungen und Wellenlängenbestimmungen im roten und infraroten Spektralbezirk; von K. W. Meißner.

Annalen der Physik; Heft 15, 1916.

Die Existenz eines Subelektrons; von R. A. Millikan.

Über die elektrische Absorption in Entladungsröhren; von L. Vegard. Die Absorption ist unter verschiedenen Entladungsbedingungen und mit verschiedenen Elektrodenmaterial für die Gase (O_2 , N_2 , He, X_2) untersucht. Die dauernde („konservative“) Absorption ist mit dem Kathodenfall und der Kathodenzerstäubung eng verbunden und wird als eine spezifische Kanalstrahlenreaktion erklärt.

Über die innere Reibung der Gase, zweite Abhandlung; von M. B. Weinstein. Es wird nachgewiesen, daß die übliche Annahme für das Verhältnis des zweiten Reibungskoeffizienten der Gase zu dem ersten thermodynamisch nicht erfüllbar ist, und es wird eine andere Beziehung abgeleitet, die von dem Verhältnis der spezifischen Wärmen und der Temperaturleitung abhängt. Das Poiseuillesche Problem wird behandelt und die Art seiner experimentellen Durchführung wird besprochen. Dann wird die Maxwellsche Gastheorie von einem neuen Gesichtspunkt untersucht, und es wird gezeigt — unter Ableitung neuer Druckgleichungen —, daß auch sie einen zweiten Reibungskoeffizienten enthält, der vom ersten ähnlich wie oben angegeben abhängt.

Versuch einer Anwendung der Quantenlehre auf die Theorie des lichtelektrischen Effekts und der β -Strahlung radioaktiver Substanzen; von Paul S. Epstein. Aus Untersuchungen von Bohr und Sommerfeld ist es bekannt, daß ein Elektron nur in diskreten, quantenhaft ausgezeichneten Keplerellipsen um einen Kern kreisen kann. Es wurde angenommen, daß dasselbe auch für die Keplerhyperbeln gilt, und diese Annahme rechnerisch durchgeführt: Auf den hyperbolischen Bahnen gelangt das Elektron mit quantenmäßig ausgezeichneten Energien ins Unendliche und tritt als β -Strahl oder lichtelektrischer Kathodenstrahl in Erscheinung. Die Theorie liefert einige interessante Übereinstimmungen mit der Erfahrung.

Zur Methode der logarithmischen Isochromaten; von Cl. Schaefer. Analytische Herleitung der Grundlage der Methode, nebst Prüfung und Kritik derselben an Versuchen von E. Benedict.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Juni 1916.

Eine Bemerkung zu der Farbe der Goldlösungen; von Béla Pogány.

Die spezifische Wärme des flüssigen Quecksilbers. Der Wärmeinhalt von Flüssigkeiten, insbesondere metallischen, beim Schmelzpunkt und sein Zusammenhang mit spezifischer Wärme, elektrischer Leitfähigkeit und innerer Reibung; von Franz Skaupy. Die Abnahme der spezifischen Wärme des flüssigen Quecksilbers mit steigender Temperatur wird auf die Dissociationswärme zurückgeführt und aus dieser Anschauung ein mit früheren Berechnungen stimmender Wert des Dissociationsgrades ermittelt. Mit Hilfe der Cromptonschen Theorie der Schmelzwärme wird eine Theorie der spezifischen Wärme einfach konstituierter Flüssigkeiten abgeleitet und das einfache Zahlenverhältnis zwischen den Leitfähigkeiten der Metalle in festem und flüssigem Zustand erklärt.

Versuch einer elektrodynamischen Interpretation der Planckschen Konstanten h mit Anwendungen auf die Grenzen der Linienspekttra und die Viskosität der Gase; von A. L. Bernoulli.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft; vom 30. Juli 1916.

Strahlungsemission und -absorption nach der Quantentheorie; von A. Einstein.

Über den Atombau; von L. Zehnder. Verfasser versucht, den H-Atomkern kugelförmig und als einzigen Baustein aller Atome aufzufassen. Ein Tetraeder aus vier solchen Kugeln ist besonders stabil: das He-Atom. Es ist wohl zugleich ein größerer Baustein: 3 He-Tetraeder in stabilster Anlagerung ergeben eine vierseitige Säule mit 60° Flächenwinkeln, als vierwertiges C-Atom. Aus dieser Säule folgen zwei Kristallformen des C, Graphit und Diamant; ferner die homologen Reihen C_nH_{2n+2} , C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} der Fettkörper; der Benzolkern (und der Naphthalinkern) der aromatischen Körper; die Kohlenhydrate mit ihren optischen Aktivitäten. Wie bei radioaktiven Körpern „Isotope“ sichergestellt sind, so werden auch hier die nicht ganzzahligen Atomgewichte aus Mischungen von Isotopen erklärt.

Geographische Zeitschrift; Heft 6, Juni 1916.

Der nördliche Seekriegsschauplatz (Ostsee, Nordsee und Kanal); von Ludwig Mecking. Der Aufsatz charakterisiert den Kriegsschauplatz der Nord- und Ostsee nach seiner geographischen Lage, nach Küstengestaltung, Tiefen, Strömungs-, Eis- und Witterungsverhältnissen und beleuchtet den Einfluß dieser verschiedenen geographischen Faktoren auf die Kriegsergebnisse, mit gelegentlichen Streifbildern auch auf die Wirkungsweise in der Vergangenheit.

Über die Intensitätsverhältnisse in den Schüttergebieten starker Erdbeben; von E. Tams. In einem ersten Teil wird der Nutzen einer empirischen Intensitätsskala kritisch besprochen und die Abhängigkeit der Stärke einer Erschütterung namentlich einerseits von der lithologischen Beschaffenheit des Untergrundes und andererseits von Bruchlinien in der Erdrinde beleuchtet. Gegenüber der Bedeutung von Spalten und Verwerfungen für die Bebenwirkungen tritt nach Ansicht des Verfassers der Einfluß der wechselnden Bodenformationen durchaus in den Vordergrund. In großen Zügen kann aber die Abnahme der Intensität eines Bebens mit wachsender Entfernung von seinem Epizentralgebiet durch Linien gleicher Bebenstärke oder Isoseisten dargestellt werden. Im zweiten Teil werden an der Hand von Beispielen instrumenteller Aufzeichnungen die Verhältnisse im mikroseismischen Schüttergebiet, d. h. jenseits der Grenze der unmittelbaren Fühlbarkeit des Bebens behandelt und die Wichtigkeit und Möglichkeit absoluter Intensitätsbestimmungen hervorgehoben. Eine Erörterung der Bedeutung des relativen Koeffizienten des Untergrundes sowie eines Versuches der Energiebestimmung des kalifornischen Bebens von 1906 und anderer Beben beschließt die Abhandlung.

Über die Entstehung einiger feldmäßig angebauter Kulturpflanzen; von Th. H. Engelbrecht. Unter Berücksichtigung namentlich auch der tropischen Feldfrüchte stellt der Verfasser eine neue Theorie über die Entstehung feldmäßig angebauter Kulturpflanzen auf. Den ältesten Stamm unserer Kulturpflanzen bilden danach Ruderalpflanzen, die sich gewissermaßen an die Wohnung des Menschen herangedrängt haben. Späterhin entstanden wiederum neue Kulturpflanzen aus den Ackerunkräutern, was im einzelnen für die verschiedenen Klimagebiete des Reises, der Sorghumhirse, des Weizens und der italienischen Hirse nachgewiesen wird.

Kriegstagung deutscher Dozenten der Geographie in der Osterwoche 1916 in Heidelberg; von Franz Thorbecke, Marburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED

OCT 4 1919

U. S. Department of Agriculture

Heft 39.

29. September 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Der aufrechte Gang des Menschen. Von *Privatdozent Dr. H. Gerhartz, Bonn.* S. 581.

Atommodelle und Serienspektren. Von *Prof. Dr. E. Gehrcke, Berlin.* S. 586.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Finnland und Nordrußland auf Grund eigener Anschauungen. S. 590.

Besprechungen:

Martens, E. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik. Von *H. Diesselhorst.* S. 592.

Wünsche, O., Die Pflanzen Deutschlands, eine Anleitung zu ihrer Kenntnis. Von *E. Ulbrich.* S. 592.



OSRAM

Drahtfest
Mildes weisses Licht
Geringer Stromverbrauch

The advertisement features a large, stylized, white 'OSRAM' logo on a dark background. A white light bulb is positioned diagonally across the logo, with the word 'OSRAM' printed on its glass. Below the logo, the text 'Drahtfest', 'Mildes weisses Licht', and 'Geringer Stromverbrauch' is written in a bold, sans-serif font.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik

Von Dr. H. Strasser

o. ö. Professor der Anatomie und Direktor des anatomischen Instituts der Universität Bern

- I. Band: Allgemeiner Teil. Mit 100 Textfiguren. 1908 M. 7.—
II. Band: Spezieller Teil: Erste Hälfte. Mit 231 z. T. farbigen Textfig. 1913. M. 28.—
III. Band: Spezieller Teil: Zweite Hälfte ist in Vorbereitung

Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge

Von Wilhelm Weber

Besorgt durch Friedrich Merkel und Otto Fischer

Mit XVII Tafeln und in den Text gedruckten Abbildungen

1894. Preis M. 16.—; in Halbleder gebunden M. 18.50

(Heft 6 von Wilhelm Webers Werke. Herausgegeben von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen)

Körpermaß-Studien an Kindern

Von M. Pfaundler

München

Mit 5 Textfiguren und 8 Tafeln. Preis M. 4.80

Eine einfache Tafel zur Bestimmung von Wachstum und Ernährungszustand bei Kindern

Von Dr. Clemens Frhr. von Pirquet

o. ö. Professor der Kinderheilkunde an der Universität Wien

1913. Preis M. 0.30

Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums

Für Anthropologen, Physiologen, Anatomen und Aerzte

dargestellt von Privatdozent Dr. Hans Friedenthal

Nikolassee

Mit 34 Textabbildungen und 3 Tafeln — 1914. Preis M. 8.—

Die Darstellung des menschlichen Körpers in der Kunst

Von Dr. C. H. Stratz

Mit 252 Textfiguren — 1914. In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

29. September 1916.

Heft 39.

Der aufrechte Gang des Menschen.

Von Privatdozent Dr. med. et phil. H. Gerhartz,
Bonn.

Bei der Untersuchung der fundamentalen Frage, wie sich der aufrechte Gang des Menschen erklärt, verquicken sich zwei Fragestellungen verschiedener Wertigkeit miteinander, die sich nur oberflächlich trennen lassen, zunächst die, welche Vorbedingungen vorhanden sein müssen, damit ein Vierfüßer aufrecht gehen kann, zweitens die, was bei dem Vorhandensein der anatomischen, physiologischen und geologischen Grundbedingungen ihn dazu veranlaßt hat. Die Erledigung der an und für sich wichtigeren ersten Frage ist die notwendige Basis für die andere.

Die biologischen Bedingungen für den aufrechten Gang sind zweifellos ablesbar aus Unterschieden, die zwischen Vierfüßer und Zweifüßer, insbesondere zwischen Vierfüßer und Mensch bestehen; sie müssen beim aufrecht gehenden Menschen vorhanden sein, während sie beim Quadrupeden fehlen können. Sicherlich deckt sich aber die Feststellung der unterscheidenden Merkmale im Bau zwischen Vierfüßer und Mensch nicht mit der Erledigung unserer Frage; denn die genannten Unterschiede schließen nicht nur die primären Vorbedingungen für den aufrechten Gang, sondern auch seine Folgezustände ein, zum Teil so komplexe Erscheinungen, daß darin eine große Schwierigkeit und Gefahr für Fehlschlüsse gegeben ist.

Zur Erhärtung dieser Auffassung nur ein Beispiel. In den Arbeiten H. v. Meyers wird der wesentliche Unterschied im Bau der Wirbelsäule zwischen Mensch und Vierfüßer dahin differenziert, daß die menschliche Wirbelsäule mit einer ventral-konvexen Lendenkrümmung versehen ist, die Vierfüßerwirbelsäule dagegen einen senkrecht gestellten Bogen darstellt. In der Tat ist diese letztere Form der Wirbelsäule ja beim Vierfüßer vorhanden. Aber die Schlußfolgerungen, die H. v. Meyer daraus für die Mechanik der Aufrechtstellung zieht, sind unrichtig, weil dabei die Tragweite der funktionellen Anpassung der Wirbelsäule unterschätzt wird. Wäre die Auffassung v. Meyers richtig, so ergäben sich daraus Folgeerscheinungen der Aufrechtstellung, welche tatsächlich keine solchen sind, zweitens aber würde eine wichtige Vorbedingung für die Annahme der Aufrechtstellung seitens des Menschen, nämlich die Biegungsfähigkeit der Wirbelsäule, wegfallen. Dieses eine Beispiel möge genügen, um zu zeigen, daß meine Auffassung richtig ist, daß die Unterscheidung der bis heute in allen Diskussionen

innig verquickten beiden Fragen nach der Ursache und Folge der Aufrechtstellung Vorbedingung für eine korrekte Durchführung des Themas ist.

Mit der Aufrechtstellung werden so starke mechanische und physiologische Einflüsse eingeführt, daß ihre ständige Wirksamkeit nachweisbare Abweichungen vom normalen Verhalten nach sich ziehen muß. Über die Richtung, in der diese vor sich gehen, liegen jedoch so widersprechende Angaben und Auffassungen vor, daß es sich als notwendig erweist, durch experimentelle Untersuchungen erst tatsächliche Unterlagen für eine Erörterung zu schaffen.

Um festzustellen, welche Abänderungen ein Vierfüßerorganismus eingeht, der aufrecht gestellt wird, bin ich selbst vor einiger Zeit so verfahren, daß ich einen Hund — mit entsprechenden Pausen, um ihn nicht zu übermüden — 28 Wochen lang im ganzen bis zu 7 Stunden täglich aufrecht stellte und bewegte und ihn dann mit einem Hund von gleichem Wurf, Geschlecht und, wie röntgenologisch festgestellt wurde, auch sonst gleichem Bau verglich¹). Auf dieses Experiment wird man sich um so mehr verlassen können, als seine Ergebnisse neuerdings auch durch andere Untersuchungen, welche die Wachstumseinrichtungen gegenüber hypothetischen mechanischen Einflüssen mehr in den Vordergrund schieben, in vielen Teilen gestützt erscheinen. Der Einwand, der gegen meinen Versuch am Hund erhoben werden könnte, daß dieses Tier der Primatenreihe zu fern steht, ist nicht stichhaltig; denn es kommt nicht so sehr darauf an, den absoluten Betrag der Umformungen zu messen als die Richtung, in der sie sich geltend machen, abzulesen, und dazu ist jeder Vierfüßer fast gleich gut geeignet. Die Transformationen des Fußes können hierbei gegenüber den Änderungen an der Wirbelsäule, am Thorax, Becken und Oberschenkel als unwesentlich ganz vernachlässigt werden.

Untere Extremität.

Die Aufrechthaltung bedingt für die geringste Leistung, die nach dem Prinzip vom Minimum erstrebenswert erscheint, ein säulenartiges Übereinanderstehen von hinterem Ober- und Unterschenkel, also eine Anpassung, wie sie bei den Vierfüßern hauptsächlich der vorderen Extremität, die hier vorwiegend zu tragen hat, zukommt. Das verschiebt die mechanischen Verhältnisse.

Daß die Ausbildung der hinteren Extremität zur Säule des Körpers zweckmäßig ist für die

¹) H. Gerhartz, Experimentelle Studien über den aufrechten Gang. Pflügers Arch. Bd. 138, S. 19—84. 1911.

Mechanik der Fortbewegung des Bipeden, dafür sprechen zunächst vergleichend-anatomische Beobachtungen. Die vorderen Gliedmaßen pflegen im allgemeinen bei den Wirbeltieren um so stärker gebaut zu sein, je schwerere Last sie zu tragen haben. Wenn aber Vorwärtsbewegung durch ein festes Vorstemmen gegen eine Bodenfläche geschehen soll, so verlangt diese Überleistung der hinteren Extremität, abgesehen davon, daß sie am Beckenring, vor allem am Kreuzbein, einen festen Rückhalt in einem „Versteifungsträger“ finden muß, eine zweckmäßige Erleichterung ihrer Hebelarbeit vor allem durch verbesserte Achsenstellung nach Verlängerung der Glieder. Es erleichtert das Verständnis, wenn mit *Bayer*¹⁾ dieses System (Fig. 1) mit einer Hängebrücke verglichen wird, wobei die Hüftbeine die Rolle der Pfeiler, die Gesäßmuskeln die der Spannseile, die Ansätze der Muskeln am Oberschenkel die der Widerlager spielen. Das Gewicht wird vom Becken in der Hüftpfanne auf die Oberschenkelköpfe übertragen, andererseits werden an dieser Stelle die lokomotorischen Stöße der hinteren Extremität von Becken und Rumpf aufgenommen.

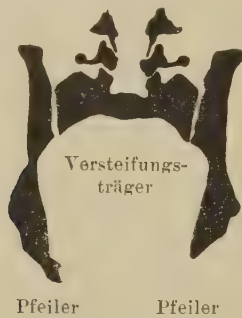


Fig. 1. Schnitt durch das menschliche Becken (nach *Bayer*).

Man wird annehmen müssen, daß die Unterschiede, die in der Tätigkeit der hinteren Gliedmaßen zwischen Vierfüßer und Zweifüßer zutage treten, hauptsächlich am Skelett der hinteren Extremität ihre Folgen äußern müssen, und daß eine Verlängerung, Verstärkung und Vereinfachung der hinteren Gliedmaßen beim Biped sich ausbildet. Unter den letztgenannten Bedingungen pflegt bei den verschiedensten Tieren das Schienbein besser ausgebildet, das Wadenbein rückgebildet zu sein. Man denke beispielsweise an den Bau der Vögel. Im übrigen sind aber die tatsächlichen Unterschiede zwischen Vierfüßer und Mensch, außer am Fuß, nicht groß. Bei beiden sind z. B. die hinteren Extremitäten in gleiche Richtung gesetzt. Beim Menschen sind Ober- und Unterschenkel relativ groß (Fig. 2 und 3), was seine Vorteile für die Schrittlänge hat; die Arme sind hier relativ kurz. Bei

den anthropoiden Affen, die auch zum Teil aufrecht gehen, ist es umgekehrt. Hier sind die vorderen Gliedmaßen lang und stark und die hinteren Extremitäten kurz. Am nächsten kommt dem Menschen hinsichtlich der relativen Länge der unteren Stützen noch der allein echt bipede, aber im übrigen dem Menschen unähnliche *Hylobates*; an den Gibbon schließen sich die pseudobipeden Menschenaffen in der Reihenfolge Gorilla, Schimpanse, Orang-Utan nach den ausführlichen Angaben von *Eimer*¹⁾ an.

Beim Menschen stehen Ober- und Unter-

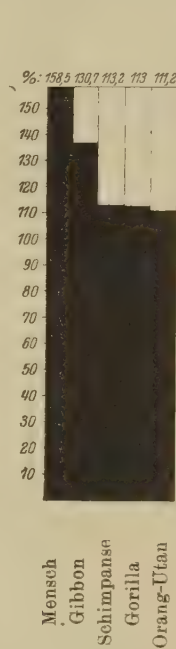


Fig. 2. Beinlänge (Rumpflänge = 100) nach *Mollison*s Zahlen.

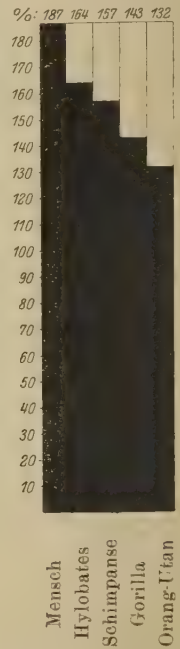


Fig. 3. Länge der unteren Gliedmaße (Wirbelsäule = 100) nach *Eimer*s Zahlen.

schenkel senkrecht übereinander, was in der Lage der Kniegelenkflächen und besonders in der Lage der seitlichen Bänder, die sich gerade in dieser Stellung straff spannen, seinen entsprechenden Ausdruck gefunden hat. Beim Affen sind Ober- und Unterschenkel im Kniegelenk im Winkel gestellt und haben bei eben dieser Beugehaltung gespannte Ligamente.

Die Oberschenkelkrümmung pflegt beim Affen (Fig. 4) größer zu sein als beim Menschen, bei dem der Unterschenkel ganz gerade gestreckt, der Oberschenkel nur leicht nach vorn gekrümmt ist. Der Gibbon hat gerade Oberschenkel, aber ein nach vorn gebogenes Schienbein; beim Schimpansen und Gorilla ist sowohl der Oberschenkel wie das Schienbein nach vorn gekrümmt. Der nicht aufrecht gehende Orang-Utan hat fast gerade Schenkelbeine, aber etwas nach auswärts und vorn

¹⁾ *H. Bayer*, Vorlesungen über allgemeine Geburtshilfe. Bd. 1. Straßburg i. E., 1908.

¹⁾ *Th. Eimer*, Vergleichend anatom.-physiol. Untersuchungen über das Skelett der Wirbeltiere. Die Entstehung der Arten. 3. Teil. Leipzig 1901.

gekrümmte Schienbeine. Die Oberschenkelkrümmung ist bei den anthropoiden Affen immer größer als beim Menschen. Die Tuberositas glutea an der Hinterfläche des Schenkelbeinschaftes, die beim Menschen stark zurücktritt, ist bereits bei den Anthropoiden schwächer entwickelt als bei den Halbaffen¹⁾. Im allgemeinen ist aber die Ähnlichkeit im Femurbau zwischen Mensch und niederen Affen größer als die zwischen dem Menschen und den höherstehenden Affen.



Fig. 4. Untere Extremität (nach einer Photographie von Klaatsch).



Fig. 5. Fußgelenk (nach Topinard).

Am Unterschenkel und Fuß ist in aufsteigender Reihe neben dem bereits genannten Zurücktreten des Wadenbeins, was schon Goethe auffiel, noch mancher Unterschied zu finden: Verlagerung von Sprungbein und Fersenbein nach der tibialen Fläche hin (Fig. 5), Verlust einer gelenkigen Ver-

bindung des unteren Endes des Schienbeins mit dem besser ausgebildeten Sprungbein, Verkümmern der Zehenglieder, Ausbildung eines Gewölbes über Fersenbein und Mittelfußende, Annäherung und Angleichung des verstärkten Großzehenstrahles an die übrigen Zehen (Fig. 6), Verkürzung des Fußes (Fig. 7), Verlängerung der großen Zehe (Fig. 8), Verlängerung und Verstärkung der Fußwurzel mit Tendenz zur Verstärkung der inneren

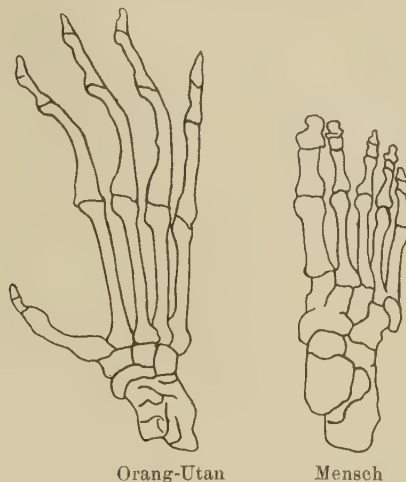


Fig. 6. Fuß (nach einer Photographie von Birkner).

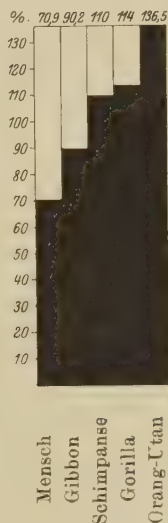


Fig. 7. Fußlänge (Unterschenkel = 100) nach Mollisons Zahlen.

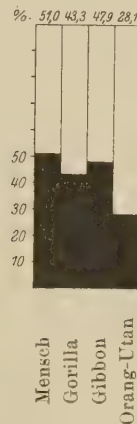


Fig. 8. Mittelfuß + erste Zehe (Fußlänge = 100) nach Birkners Zahlen.

Seite, hauptsächlich durch Rückbildung der äußeren Zehen, besonders des zweiten Gliedes der letzteren.

Langsam sich bewegende Säugetiere pflegen, wie der Mensch und — als Ausnahme von den mit dem äußeren Fußrand auftretenden übrigen anthropoiden Affen — der Gibbon, mit der ganzen Sohle aufzutreten, schnell sich bewegende mit dem Zehenballen und dem letzten Glied zu laufen. Die Halbaffen haben einen Greiffuß, der hinten den Boden nicht berührt. Der Gibbon hat die relativ längste Fußwurzel und die am meisten

¹⁾ J. Bumüller, Das menschliche Femur nebst Beiträgen zur Kenntnis der Affenfemora. Augsburg 1899.

H. Klaatsch, Die wichtigsten Variationen am Skelett der freien unteren Extremität des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstammungsproblem. Erg. d. An. u. Entw.-Gesch. Bd. 10, 1900.

R. Wiedersheim, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. 4. Aufl. Tübingen 1908, S. 103—104.

parallel gelagerte große Zehe, der Gorilla aber im übrigen den menschenähnlichsten Fuß.

Diese Zusammenstellung, welche eine Skala vom Halbaffen über die niederen Affen und die Anthropoiden zum Menschen in der Art erkennen läßt, daß eine Beziehung zur Aufrechterstellung nahe liegt, die aber eine stetige, auf Anpassung zurückführbare Entwicklungsreihe dafür vermissen läßt, schließt immerhin so komplizierte mechanische Verhältnisse ein, daß eine direkte kausale Verknüpfung doch ihre Bedenken hat. Dies um so mehr, als der Affengreiffuß, wenn er auch seine Bedeutung als feste Körperstütze haben muß, hauptsächlich doch Kletterorgan ist und also ebenso vollkommen für diesen Zweck, wie der primitive Menschenfuß für den des Gehens umgestaltet sein wird. Es kommt noch hinzu, daß die typische Entwicklung der Unterextremität des Kindes unabhängig von der Aufrechterstellung vor sich geht.

Die Differenzierung der für das aufrechte Stehen wesentlichen Umänderungen und Vorbedingungen begegnet somit außerordentlichen Schwierigkeiten. Aufschluß kann hier nur die Untersuchung der bei der experimentellen Aufrechterstellung erfolgenden Umbildungen geben; denn nur die sind eindeutig. Das Ergebnis ist dabei folgendes: Das Schenkelbein des aufrecht gestellten Vierfüßers (Fig. 9) wird im unteren Abschnitt nach innen abgebogen, mehr gerade gerichtet, weil die laterale Seite mehr auf Zugfestigkeit beansprucht wird. Infolgedessen wird nun die kompakte Substanz im oberen und mittleren Abschnitt auf der lateralen Seite stärker entwickelt. Ferner wird die Kniegelenkfläche und deren Nachbarschaft medial besser ausgebildet, die Fossa intercondyloidea, der tiefe Einschnitt, der die beiden Gelenkknorren trennt, dabei vertieft, die Rindenschicht verstärkt. Der Oberschenkelkopf wird vorn gegen den Schaft hin geneigt. Das Planum popliteum, das dreieckige Feld der hinteren unteren Schenkelbeinfläche, wird prominenter. Das Schienbein wird von oben gepreßt, wobei die Kraft, nach dem Bälkchenzug beurteilt, nach der Mittellinie hin und rückenwärts angreift. Das Schienbein wird deshalb oben nach außen und vorn konvex umgebogen, so daß Schienbein und Wadenbein stärker auseinanderweichen. Die Folge ist eine Verstärkung der ventralen und seitlichen Rindenschicht. Einzelheiten mag man in meiner früheren Arbeit nachsehen.

Schenkelbein und Schienbein ändern nach der Aufrechterstellung des Vierfüßers ihre Längenbeziehungen nicht. Der Fuß wird wohl flacher aufgesetzt; im übrigen aber lassen sich keine sonstigen bemerkenswerten Veränderungen nachweisen. Natürlich wird jeweilig die Ausgangsstellung, die primäre Beugstellung von Ober- zu Unterschenkel, mit die Biegungsverhältnisse bestimmen.

Es fragt sich nun, ob die im Versuch zutage tretenden Anpassungen an die Aufrechterstellung

den Umformungen des primitiven Menschen entsprechen.

Auch der Pithecanthropus, dessen Oberschenkelknochen wohl im allgemeinen mehr dem der Menschenaffen als dem des Menschen ähnelt, hat ein fast gerades Oberschenkelbein (Fig. 10), verhältnismäßig kleine Gelenkenden, aber im Ge-

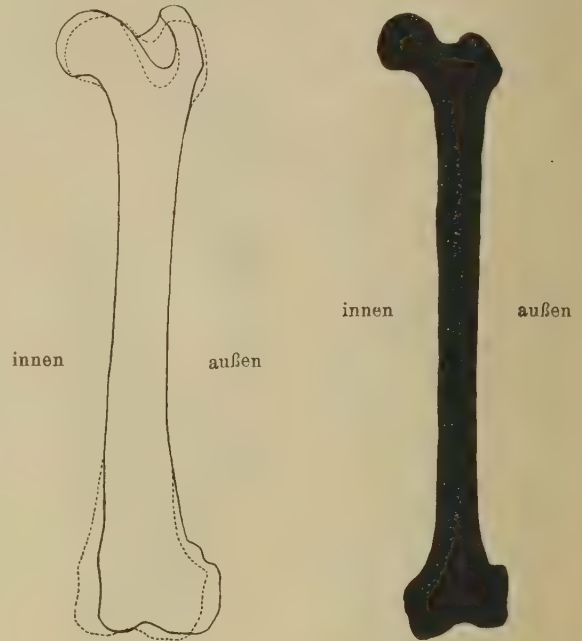
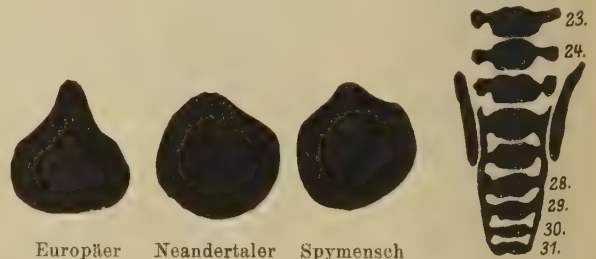


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 9. Umrißkurven vom Oberschenkelbein des stehenden Hundes (.....) und des Kontrollhundes (—) nach meinem Versuch.

Fig. 10. Oberschenkelbein des Pithecanthropus. Ansicht von vorn (Callus weggedacht).



Europäer Neandertaler Spymensch

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 11. Querschnitt des Oberschenkelschaftes (nach Birkner).

Fig. 12. Wirbelsäule eines menschlichen Embryo. Frontalschnitt (nach Rosenberg).

gensatz zum Menschen, der einen etwa dreieckigen Querschnitt im oberen Femurabschnitt aufweist, einen runden Schaft, wie der Gibbon. Der innere Gelenkknorren ist, wie bei den Affen, größer als der äußere.

Das Oberschenkelbein des Homo neandertalensis¹⁾ weist noch gleichmäßigere Schafttrundung

¹⁾ F. Birkner, Die Rassen und Völker der Menschheit. München, Wien 1913.

H. Klaatsch und O. Hauser, Homo mousteriensis Hauseri. Arch. f. Anthrop. Bd. 35, N. F. Bd. 7, 1909, S. 287—297. Dort weitere Literatur und Angaben.

auf (Fig. 11). Die Gelenkenden des massigen Oberschenkelbeins sind auffallend groß, und der innere Knorren ist wie beim rezenten Menschen, allerdings nicht in dem Maße, kleiner als der äußere. Eine solche Entwicklungsreihe kann nicht durch Anpassung an den aufrechten Gang bedingt sein; denn setzt man z. B. wegen der Ergebnisse der biologischen Blutreaktion und aus gewissen anderen Gründen einmal einen vom Affen ausgehenden Entwicklungsgang voraus, so muß doch die auch hier medial und dorsal auf den obersten Schenkelbeinabschnitt erfolgende Einwirkung der Rumpflast eine den Verhältnissen, wie sie vom Hund beschrieben wurden, entsprechende Beanspruchung auf Strebe- und Biegefestigkeit mit sich bringen. Deshalb wird man wohl nicht umhin können, anzunehmen, daß hier *Wachstumstendenzen*, die der mechanisch bedingten Transformation entgegengesetzt gerichtet sind, überwiegen.

Aus der Mechanik der Aufrechtstellung würde wohl die allmähliche Vertiefung der Kniegelenkfläche und die Abflachung der vorderen Fläche des oberen Femurschaftes, die bei der Entwicklung vom Neandertaler zum rezenten Menschen beobachtet wird, erklärlich sein.

Beim Neandertalmenschen findet sich das obere Ende des recht kräftigen Schienbeins nach hinten zurückgebogen, woraus man auf eine unvollkommene Streckung im Kniegelenk geschlossen hat. Die hintere Fläche des Schienbeins ist beim Neandertaler oben ausgehöhlt; das Schienbein des jetzigen Menschen ist gerade. Bei manchen Schienbeinen des *Homo neandertalensis* ist eine seitliche Abplattung vorhanden, aber auch in dieser Hinsicht fehlt ein durchgreifender Unterschied von niederen Rassen des Menschen.

Beim Affen stehen Schienbein und Wadenbein infolge der stärker ausladenden Schienbeinknorren besonders weit voneinander, beim Menschen aber dicht zusammen (Fig. 4).

Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang noch die Beobachtung, daß die durchschnittliche Weite der Haversschen Kanäle beim noch nicht aufrecht gehenden Menschen in beiden Extremitäten gleich, später aber in den unteren Gliedmaßen größer als in den oberen ist. Beim aufrecht gehenden Affen und bei Hunden sind sie aber, wie beim ganz jungen Menschen, oben und unten gleich groß¹⁾. Hier sind also wieder Beispiele dafür gegeben, daß irgendwelche wichtige Unterschiede zwischen Jugendlichen und Erwachsenen oder zwischen Vierfüßer und Mensch nicht notwendig auf das Konto der Aufrechtstellung kommen müssen.

Mag hier auch noch manche Lücke in der Erklärung der Entwicklungsprozesse klaffen, für unsere Frage fällt weniger ins Gewicht, ob die rezente Form der unteren Extremität den mecha-

nischen Einflüssen entsprechend geformt ist, als daß auch die beim Affen vorkommende Gestaltung für die Aufrechtstellung nicht ungeeignet ist. Die prinzipiell wichtige Senkung des Fußes des Menschen und z. B. des Gorilla kann dabei insofern mit einer gewissen Berechtigung als Anpassung an die Aufrechtstellung aufgefaßt werden, als das Experiment in gleichem Sinne ausfällt. Es schlägt im übrigen in Anbetracht der großen Schwierigkeit, die auch noch bei der *Klaatschen* Hypothese von der Umbildung der greifenden Gliedmaße zur kletternden¹⁾ der Theorie von der Bildung des rezenten Fußes anhaftet, nichts, ob man hierfür vom Greif- und Kletterfuß oder vom Affenfuß ausgehen will.

Es verdient noch kurz darauf hingewiesen zu werden, daß eine Herabminderung der vorderen Belastung durch Rückbildung der vorderen Gliedmaßen, freie Beweglichkeit der Arme im Schultergürtel, Verlegung des Angriffspunktes der Wirbelsäule, das ist des Foramen magnum, von der Hinterseite an die Unterseite des Schädels, und ferner größere Querspannung des Brustkorbes die Ansprüche an die Leistungen der hinteren Extremitäten herabsetzen, bzw. der Verlegung des Schwerpunktes förderlich sind, aber keine prinzipielle Bedeutung für die Ermöglichung der Aufnahme des aufrechten Ganges haben.

Daß die *Muskulatur* sich der Aufrechtstellung bald anpaßt, glaube ich durch meine früheren Mitteilungen ausreichend erwiesen zu haben.

Diese Tatsache ist insofern hier beachtenswert, als *Klaatsch*²⁾ die Möglichkeit von der Hand gewiesen hat und als naive Auffassung hinstellt, daß z. B. die Verstärkung der Gesäßmuskulatur durch den aufrechten Gang entstanden sei. „Das hieße auch hier wieder die Folge für die Ursache ausgeben — etwa als ob man behaupten wolle, der Flug der Vögel sei durchs Fliegen entstanden.“ Er meint, die Klettertätigkeit als Zwischenstufe annehmen zu müssen, da dabei der *Glutaeus maximus* viel intensiver beansprucht werde als beim aufrechten Gang. Meines Erachtens genügt es, daß die Muskulatur sich der gewöhnlich beim Stehen und Gehen zu vollführenden Arbeit anpaßt. Daß sie das aber in hohem Grade leistet, ist aus vielfältiger ärztlicher Erfahrung lange bekannt, von mir auch experimentell festgestellt worden³⁾, weshalb ich hier nicht weiter darauf einzugehen brauche.

¹⁾ Vgl. die Kritik *Schwalbes* in *G. Schwalbe*, Die Vorgeschichte des Menschen. Braunschweig 1904, S. 43—45.

²⁾ *H. Klaatsch* in: Die Abstammungslehre. 12 Vorträge. Jena 1911.

³⁾ *H. Gerhartz*, Untersuchungen über den Einfluß d. Muskelarbeit auf d. Organe des tier. Organismus, insbes. ihren Wassergehalt. Pflüg. Arch. Bd. 133, S. 397—499, 1910.

Ders., Untersuchungen über den aufrechten Gang. Berl. klin. Wochenschr., 49. Jg., S. 1973—75, 1910.

(Fortsetzung folgt.)

⁴⁾ *T. Wada*, Über die Unterscheidung der Menschen- und Tierknochen. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. Bd. 37, 1909, S. 265—279.

Atommodelle und Serienspektren.

Von Prof. Dr. E. Gehrcke, z. Zt. Zoppot.

Die Erklärung der optischen Serienspektren machte bisher der Theorie die größten Schwierigkeiten. Die üblichen Methoden, auf irgendwelche Differentialgleichungen zurückzugehen, haben hier keine Aussicht auf Erfolg, schon darum nicht, weil die Serienspektren durch *unstetige* Funktionen dargestellt werden. Eher erscheint es möglich, ein *Modell* zu ersinnen, das die optischen Gesetze wiedergibt. Hierzu muß aber eine Theorie der Materie selbst zugrunde gelegt werden.

Nun haben wir seit Jahren eine hochentwickelte Elektronentheorie, die durch verschiedenartige Erscheinungsgebiete gestützt wird. Insbesondere lehrt diese Theorie, daß die (elektromagnetischen) Lichtwellen der Serienlinien von bewegten, negativen Elektronen herühren; diese Annahme wird z. B. durch den *Zeeman-Effekt* aufs beste bestätigt und nahegelegt. Ferner folgt, daß eine Serienlinie von sehr weitgehender Homogenität nur dann zustande kommen kann, wenn auf das schwingende Elektron eine Kraft wirkt, die direkt proportional ist der Entfernung aus der Ruhelage; nur bei Annahme dieses Abstandsgesetzes kommt eine Sinusschwingung des Elektrons und dementsprechend eine homogene Welle, d. h. eine scharfe Spektrallinie zustande. Diese Forderung ist längst bekannt; man nennt die so beschaffene Kraft, die das Elektron in seine Ruhelage proportional der Elongation zurücktreibt, eine *quasielastische* Kraft, und will mit einem solchen Namen die formale Gleichheit der Kraft mit einer elastischen Kraft zum Ausdruck bringen.

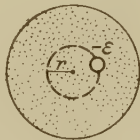


Fig. 1.

Die quasielastische Kraft ist eines der größten Rätsel der Optik. Welches ist ihre nähere physikalische Natur? Ist sie vielleicht eine magnetische oder elektrische Kraft? Ist sie auf eine besondere Elastizität des Atoms zurückzuführen? Oder ist sie die Übereinanderlagerung mehrerer verschiedener physikalischer Kräfte, etwa einer magnetischen und einer elektrischen? Diese und ähnliche Fragen müssen beantwortet werden, bevor wir hoffen können, ein befriedigendes Modell für die Serienspektren zu erhalten.

J. J. Thomson¹⁾ stellte 1904 folgendes Atommodell auf, das implizite eine Erklärung für die quasielastische Kraft gibt: das Atom ist eine mit gleichförmiger, positiver Volumladung geladene Kugel, in der ein oder mehrere negative Elektronen frei umherschweben können. Die positive Atomladung ist also hier eine Art von Gallerte, welche elektrostatische Anziehungskräfte auf die negativen Elektronen ausübt, aber sonst völlig durchlässig für diese. Beschränken wir uns auf den einfachsten Fall eines solchen Modells: auf ein einziges Elektron im Innern einer positiven Volumladung (Fig. 1). Dann muß das im Abstand r vom Mittelpunkt der Kugel entfernte Elektron der Ladung $-e$ nach dem Mittelpunkt hingezogen werden, wie man leicht einsieht: denn die die Kugelschale vom Radius r umgebende Schale übt keinerlei elektro-

statische Kraft aus, da alle von der positiven Ladung dieser Schale ausgehenden Kräfte sich das Gleichgewicht halten, wie aus der alten Potentialtheorie folgt; wohl aber übt die positive Ladung der inneren Kugel vom Radius r eine Anziehung auf das negative Elektron aus. Diese Anziehung erfolgt so, als käme sie vom Zentrum her und als wäre alle positive Volumladung der Kugel vom Radius r im Zentrum vereinigt, wie ebenfalls die Potentialtheorie lehrt. Also folgt, daß die Anziehungskraft nach dem elektrostatischen Anziehungsgesetz umgekehrt proportional r^2 und ferner direkt proportional der Größe der anziehenden Ladung, d. h. dem Volumen der Kugel vom Radius r , also r^3 , daß die Anziehungskraft proportional $\frac{r^3}{r^2}$, also pro-

portional r . Die Anziehungskraft erfolgt also wie eine quasielastische Kraft, und die letztere ist damit rein elektrostatisch erklärt. Das Elektron führt also, wenn es durch irgendeinen Anlaß, z. B. durch Zusammenstoß des ganzen Atoms mit einem andern, aus seiner Ruhelage entfernt wurde, Sinusschwingungen um die Ruhelage aus und erzeugt mithin eine einzelne scharfe Spektrallinie. Die Größenordnung der optischen Frequenzen kommt, wie die Rechnung zeigt, heraus, wenn die positive Ladung gleich der eines Elektrons, über einen Raum von der Größenordnung eines Atoms (10^{-8} cm) verteilt, vorausgesetzt wird.

Das Thomsonsche Atommodell, das man nach obigem Muster auch für *mehr als ein* Elektron im Innern einer positiven Volumladung etwas komplizierter konstruieren kann, in der Absicht, mehr als nur *eine* Schwingung zu erhalten, führt nun aber zu einer großen Schwierigkeit: diese besteht darin, daß die elektrostatischen Anziehungskräfte im Innern des Atoms zu schwach sind, um gewisse andere Erscheinungen erklären zu können, welche viel beträchtlichere Kräfte erfordern. Insbesondere ist experimentell gefunden worden, daß α -Strahlen von radioaktiven Substanzen beim Durchgang durch sehr *dünne* Metallfolien um *beträchtliche* Winkel aus ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt werden; dieses Verhalten zeigt, daß bereits ganz wenige Atome (der Metallfolie) auf die α -Teilchen mit beträchtlichen Kräften einwirken, jedenfalls mit Kräften, wie sie in dem Thomsonschen Atommodell nicht vorhanden sind. Deshalb nahm Rutherford²⁾ (1911) an, daß die positive Volumladung von Thomsons Atommodell durch eine auf einem äußerst *kleinen* Raumteil konzentrierte positive Ladung zu ersetzen sei. Wir kommen so zum Rutherfordschen Atommodell (Fig. 2): das negative Elektron ist hier in einer Entfernung von der Größenordnung 10^{-3} cm (Atomdurchmesser) von einem positiven „Kern“ in einer Gleichgewichtslage befindlich; der positive Kern, den man auch ein positives Elektron nennen könnte, hat einen Durchmesser von nur etwa 10^{-16} cm, er ist also noch mehr als 1000-mal kleiner als ein negatives Elektron ($2 \cdot 10^{-13}$ cm). Bei dieser Kleinheit des positiven Kerns ist, gleiche Ladung wie beim Elektron vorausgesetzt, ein genügend starkes elektrisches Kraftfeld in der Nähe desselben vorhanden, um die Streuung der α -Strahlen zu erklären. Diese Kleinheit des Kerns führt auch wegen des starken elektrostatischen Feldes zu einem bedeutenden Trägheitswiderstand gegen jede Bewegungsänderung; die große träge Masse des Kerns und damit des Atoms gegenüber der Masse des Elektrons erklärt sich also ebenfalls. Das Rutherfordsche Modell zerstört aber wieder

¹⁾ J. J. Thomson, Phil. Mag. 7, 237, 1904.

²⁾ E. Rutherford, Phil. Mag. 21, 669, 1911.

den Vorteil des Thomson'schen Modells, die quasi-elastische Kraft, und man weiß nicht, wie es kommt, daß das Elektron in einer gewissen Ruhelage quasi-elastisch gehalten wird und nicht einfach mit dem positiven Kern sich vereinigt; nimmt man an, daß das Elektron um den Kern *rotiert*, so hat man die Schwierigkeit, daß die Dämpfung dieser Bewegung durch Ausstrahlung die Frequenz ändern müßte.

Ein Atommodell, das in optischer Hinsicht mehr leistete wie die Modelle von Thomson und Rutherford, ersann der leider frühzeitig verstorbene Ritz (1908). Dieses ist ein magnetisches, kein elektrisches Modell. Im Innern des Atoms dachte sich Ritz¹⁾ ein Magnetfeld. Wie dieses erzeugt wird, kann dahingestellt bleiben. Denken wir uns also in einfacher Weise einen Elementarmagneten der Länge l (Fig. 3). In der Entfernung r sitze auf der Achse desselben ein Elektron — e , das dort eine Gleichgewichtslage haben möge, derart, daß es nicht näher als bis r an den Magneten heran kann, aber senkrecht zur Achse frei beweglich ist. Das Elektron befindet sich dann in einem magnetischen Feld H , herrührend von unserem Magneten l ; wenn wir die Polstärke mit m bezeichnen, so folgt:

$$H = m \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r+l)^2} \right).$$

Nun muß ein bewegtes Elektron im homogenen Magnetfeld eine Schraubenbewegung ausführen, ebenso wie ein Kathodenstrahl (bewegte Elektronen) in einem genügend starken Magnetfeld zu einer Schraubenlinie



Fig. 2.

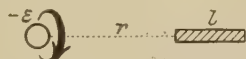


Fig. 3.

gebogen wird. Die Umlaufszeit um einen Schraubenbogen kann berechnet werden; man findet für das Reziproke der Umlaufszeit, für die Schwingungszahl ν :

$\nu = \frac{e}{\mu c} \cdot H$; hier ist e die Ladung, μ die Masse des Elektrons, c die Lichtgeschwindigkeit.

Demnach folgt also aus den letzten beiden Gleichungen:

$$\nu = \frac{m e}{\mu c} \cdot \left[\frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r+l)^2} \right].$$

Diese Formel bringt nun Ritz auf die Form einer Serienformel durch folgende Annahme: Die Magnetfelder der Atome sind nicht durch *einen*, sondern durch n Elementarmagnete der Länge s erzeugt. Setze ich also $l = n \cdot s$ und ferner $r = a \cdot s$, so folgt:

$$\nu = \frac{m e}{s^2 \mu c} \cdot \left[\frac{1}{a^2} - \frac{1}{(a+n)^2} \right] \dots \dots (1)$$

Dies ist eine Serienformel, sobald man n , die Anzahl der Elementarmagnete, variieren läßt. Die ganze Zahl der Serienformel tritt also hier als ganze Zahl von Elementarmagneten auf; die optischen Schwingungen erhält man durch passende Wahl der Konstanten m , s , a , über die frei verfügt werden kann. Damit ist zum ersten Male eine optische *Serienformel* theoretisch abgeleitet.

Ergab das Ritzsche magnetische Modell eine Serienformel der Form nach, so gelang es Bohr²⁾ (1913), auch die Konstante der Formel für einige einfachste

Fälle von Spektren aus theoretischen Spekulationen abzuleiten. Das Bohrsche Modell geht wieder auf die Vorstellungen von Rutherford (s. oben) zurück und benutzt ferner eine Hypothese, die früher schon von Lenard für die Energie des Leuchtens an sogenannten Leuchtphosphoren aufgestellt worden ist. Lenard stellte sich vor, daß die Lichtaussendung der Leuchtphosphore dadurch zustande kommt, daß ein Elektron von seinem ursprünglichen Sitz auf dem Atom in große Entfernung verschoben worden ist, und daß dann bei der aus irgendeinem Anlaß erfolgenden *Rückkehr* des Elektrons in seine alte Ruhelage elektrostatische potentielle Energie in kinetische Elektronenenergie verwandelt wird, aus der die Lichtschwingungen ihren Energievorrat schöpfen; nach dieser Vorstellung stammt also die Schwingungsenergie der Elektronen aus der elektrostatischen Anziehung des positiven Atomkerns. Bohr setzte voraus, daß die Rückkehr des Elektrons in seine Ruhelage *nicht* aus beliebigen Entfernungen vom Atomkern erfolgen könne, sondern nur aus ganz bestimmten, näher zu definierenden Entfernungen. Durch diese Annahme wird dem Umstande Rechnung getragen, daß nur ganz bestimmte, ausgezeichnete Schwingungen, eben die Serienschwingungen, zustande kommen. Weiter nahm Bohr an, daß die Energie des Elektrons zum Teil auch in Rotationsenergie um den positiven Kern als Mittelpunkt besteht, und daß bei der Annäherung des Elektrons an den Atomkern die Hälfte des aus der Anziehung zur Verfügung stehenden Energiebetrages in Rotationsenergie verwandelt wird. Das Elektron soll nun aber nicht etwa wegen des Umlaufens um den Atomkern auf geschlossener, etwa kreisförmiger Bahn Lichtstrahlung aussenden, es soll im Gegenteil bei der Rotation *überhaupt nicht* strahlen. Die Lichtstrahlung soll *während des Überganges* aus einer (ganz bestimmten) großen Entfernung in eine (ganz bestimmte) kleine Entfernung ausgesandt werden. Wesentlich für das Bohrsche Atommodell ist noch die Plancksche Hypothese der Energiequanten: die Energie einer Schwingung der Frequenz ν soll nur existenzfähig sein in ganzzahligen Beträgen $p \cdot h \nu$; hier ist p eine ganze Zahl, h eine gewisse Konstante, die mit der Konstanten der Wien-Planckschen Spektralgleichung des schwarzen Körpers übereinstimmt.

Aus all diesen Voraussetzungen war nun Bohr imstande, die Energieverhältnisse des Elektrons beim Übergang von irgendeiner großen Entfernung in eine kleinere zu berechnen und mit der Schwingungszahl ν des Elektrons in Verbindung zu bringen. Er findet so die Formel:

$$\nu = \frac{2 \mu \pi^2 e^4}{h^3} \cdot \left[\frac{1}{r_n^2} - \frac{1}{r_m^2} \right], \dots \dots (2)$$

wo r_n und r_m ganze Zahlen sind. Diese Formel ist für $r_n = 2, r_m = 3, 4, 5, \dots$ identisch mit der empirischen Serienformel des Wasserstoffs von Balmer. Auch der Zahlenfaktor kommt richtig heraus; aus den bekannten Konstanten μ und e des Elektrons und der ebenfalls bekannten Größe h findet sich der Wert:

$$\frac{2 \mu \pi^2 e^4}{h^3} = 3,29 \cdot 10^{15} \dots \dots (3)$$

Das ist genau der in der empirischen Serienformel von Balmer vorkommende Wert der Konstanten; sie führt den Namen Rydbergsche Konstante.

Man erhält aus obiger Formel für $r_n = 3, r_m = 4, 5, 6, \dots$ eine andere Serie, die ebenfalls mit einer empirischen Serie übereinstimmt, nämlich der sogenannten ultraroten Wasserstoffserie von Paschen.

¹⁾ W. Ritz, Ann. d. Phys. 25, 660, 1908.

²⁾ N. Bohr, Phil. Mag. 26, 1, 1913.

Das Bohrsche Atommodell besitzt, wenn man es vollkommen klarmachen will, Lücken. Insbesondere ist es schwierig, sich vorzustellen, wie das Elektron es fertig bringt, beim Übergang von einem Kreis zum andern zu strahlen, und zwar mit einer Frequenz, die auch von dem Kreise abhängt, zu dem es erst hinkommt. Das Elektron scheint also in die Zukunft sehen zu können. Abgesehen von dieser seherhaften Fähigkeit des Elektrons ist noch nicht klargemacht, wie in den Grundlagen des Modells die Strahlungslosigkeit beim Rotieren mit den anderen sonst gemachten Annahmen zu vereinigen sei. Das Modell ist augenscheinlich zum Teil nur begrifflich, nicht anschaulich gedacht, und so mag es kommen, daß es Widersprüche enthält.

Die verschiedenen Spektrallinien der Balmerischen Serie rühren also nach Bohr von Elektronen her, die sich in verschiedenen Entfernungen vom Atomkern befinden haben, und zwar sind diese Entfernungen um so größer, je kürzer die Wellenlänge der Linien. Beispielsweise ist für die letzte, im Laboratorium noch beobachtete Wasserstofflinie $\tau_m = 12$ und die zugehörige Entfernung vom Atomkern $= 1,6 \cdot 10^{-6}$ cm; für $\tau = 33$, d. i. für die letzte, an astronomischen Objekten (Nebelflecken) noch beobachtete Wasserstofflinie ist die zugehörige Entfernung des Elektrons vom Atomkern $= 1,2 \cdot 10^{-5}$ cm. Man sieht also, daß ein Wasserstoffatom, das die astronomischen Linien liefern soll, einen größeren Raum zur Verfügung haben muß als ein Wasserstoffatom, das nur die längeren, im Laboratorium erzeugbaren Serienlinien erzeugen soll. Dies erklärt sich nach Bohr dadurch, daß das Gas in den Nebelflecken in sehr großer Verdünnung vorhanden ist; der Gasdruck muß hier, entsprechend dem Wert $\tau = 33$, kleiner als 0,02 mm sein; dagegen ist der Druck der im Laboratorium gebrauchten Geißlerschen Röhren, entsprechend $\tau = 12$, nur etwa $= 7$ mm. Hieraus würden wir also den Schluß zu ziehen haben, daß bei Konstruktion eines Geißlerschen Rohres mit sehr geringem Wasserstoffdruck auch im Laboratorium die höheren astronomischen Serienlinien herauskommen müßten.

Nach älteren Forschungen soll der Wasserstoff noch eine Serie besitzen, die von Pickering zuerst auf dem Stern ζ -Puppis gefunden wurde, und deren Serienformel sich nur durch den Faktor 4 von der obigen Balmerischen Formel unterscheidet. Für diese ist kein Platz in obigem Wasserstoffmodell. Man kann sie erhalten, wenn man ein Atom voraussetzt, das statt eines positiven Kerns der einfachen Elementarladung $+\epsilon$ einen solchen von doppelter Elementarladung voraussetzt, also ein Atom, welches im übrigen ebenso gebaut ist wie das obige, aber ein Gebilde aus drei Elementarladungen ist: $+2\epsilon$ (Kern) und $-\epsilon$ (Elektron). Ein solches Atom ist nach außen hin nicht neutral, vielmehr ein positives Ion, und stellt auf Grund anderer Erwägungen das Modell eines Heliumatoms dar. Bohr schließt also, daß die Serie von ζ -Puppis nicht durch Wasserstoff, wie man bisher glaubte, sondern durch Helium erzeugt wird, und kann zugunsten dieser Ansicht neuere Versuche von Fowler anführen, der diese und andere Linienserien in Gemischen von Wasserstoff und Helium im Laboratorium herstellen können, und der ebenfalls die Ansicht annahm, daß das Helium, nicht der Wasserstoff, der Träger dieser Linienserien ist.

Weitere Atommodelle anderer Elemente konstruiert Bohr durch Vermehrung der positiven Kernladungen. So soll z. B. Lithium aus 3 Kernen bestehen. Es

finden sich aber auf diesem Wege nicht die bekannten Spektralserien des Lithiums, sondern neue, unbekannte Serien, so daß man sagen muß, daß das Bohrsche Modell außer für Wasserstoff und Helium bisher keine weiteren optischen Serien ergab. Bei diesen letzteren Elementen gibt es aber eine recht gute Darstellung der Spektren und deutet auch die Zahlenkoeffizienten der empirischen Formeln in bestimmter Weise. Von den sehr kurzwelligen Röntgenstrahlenspektren, die eine besondere Erklärung verlangen, sehen wir hier ab.

Von Spektren der höheren Elemente habe ich¹⁾ diejenigen der Alkalien zu erklären gesucht. Mein Atommodell knüpft an dasjenige von Rutherford und Bohr an, weicht aber von letzterem in wesentlichen Zügen ab. Zunächst vermag ich mit meinem Modell auch das Wasserstoffspektrum quantitativ zu erhalten, und zwar in einfacherer Weise wie Bohr. Hieraus sieht man schon, daß offenbar nicht nur ein einziges, sondern mehr als ein Modell die Serienspektren zu erhalten erlaubt, und daß man gut tut, nicht zu sehr an alle Voraussetzungen der Atommodelle zu glauben. Erst der weitere Gang der Forschung kann unter den verschiedenen Möglichkeiten von Atommodellen aussieben und ein (oder mehrere) Modelle in die engere Wahl stellen, die der Wirklichkeit am nächsten kommen dürften.

Ich sehe in meinem Modell von der Rotationsenergie des Elektrons, im Gegensatz zu Bohr, ab und lasse auch die Idee der nur quantenhaften Teilbarkeit der Energie fallen. Statt dessen setze ich voraus, daß die vor anderen ausgezeichnete Ruhelage des Elektrons — hätte es diese nicht, so müßte es sich mit dem positiven Kern gänzlich vereinigen — durch gewisse, in bestimmten Entfernungen vom Atomkern real vorhandene Störungszonen bedingt ist. Das Atom ist also hier nicht einfach eine positive und eine negative Ladung; vielmehr nehme ich außer dem negativen Elektron und der positiven Kernladung ein System von Ringen als vorhanden an, in deren Zentrum der positive Kern steht. Ob diese Ringe materiell sind oder nicht, kann dahingestellt bleiben, jedenfalls bestehen sie nicht aus dem Äther, der das ganze Atom umgibt und der der Träger der Lichtschwingungen ist, die das Atom ausstrahlt. Diese Annahme von Ringen aus „Äthervakuum“ setzt uns instand, die grundlegende Beziehung:

$$\frac{1}{2} v^2 = h \cdot \nu \quad (4)$$

welche zwischen der Geschwindigkeit v eines Elektrons und der Frequenz ν der vom Elektron erzeugten Schwingungen besteht, physikalisch einigermassen zu begreifen. Stellen wir uns vor, ein Elektron der Geschwindigkeit v laufe gegen eine Grenzfläche des Äthers, der Einfachheit halber in normaler Richtung, an. Was wird geschehen? Die elektrischen Kraftlinien des Elektrons, die sich nach Faraday und Maxwell zu verkürzen streben, werden sich nach der Äthergrenzfläche hinbiegen, und es wird so sein, als wäre am Orte des Spiegelbildes des Elektrons eine gleich große positive Ladung. Die Äthergrenzfläche wirkt mithin anziehend auf das Elektron. Wir erhalten dann eine Erklärung für die quasielastische Kraft und für die obige Gleichung (4), sobald wir bei großer Nähe des Elektrons an der Äthergrenzfläche eine geeignete Deformation der Äthergrenzfläche annehmen, wobei auch das vom bewegten Elektron erzeugte, magnetische Kraftfeld zu berücksichtigen ist, dessen Kraftlinien

¹⁾ E. Gehrcke, Physikal. Ztschr. 15, 123, 198, 344, 1914.

parallel der Äthergrenzfläche verlaufen. Jedenfalls — und darauf kommt es hier an — gibt uns die Annahme von Ringen aus Äthervakuum, die einen positiven Kern umgeben, ein Mittel an die Hand, die Existenz ausgezeichnete Ruhelagen eines Elektrons, die quasielastische Kraft und die Gleichung (4) zu erklären. Ich wüßte nicht, welche einfachere Annahme alles dieses vermöchte. Die Annahme dieser Ringe kann übrigens u. a. auch herangezogen werden, um die Erscheinungen der Adhäsion, Kohäsion und Elastizität zu erklären, das sind Erscheinungen, die dann auftreten, wenn viele Atome einander nahe benachbart sind; in diesem Falle müssen die Atome mit ihren Ringsystemen ineinanderfassen, wobei natürlich Widerstände gegen eine Trennung (Adhäsion, Kohäsion) und gegen eine Formänderung (Elastizität) auftreten werden.

Unser Ringsystem, in dem nun ein negatives Elektron unter Wirkung der elektrostatischen Anziehung der positiven Kernladung sich tummeln kann, etwa indem es infolge eines äußeren Ereignisses (Zusammenstoß) einen äußeren Ring verläßt, im elektrischen Felde des Kerns beschleunigt wird, mit der erlangten lebendigen Kraft auf einen inneren Ring auftritt und hier gemäß Gleichung (4) seine kinetische Energie in Schwingungsenergie (Licht einer Serienlinie) verausgabt, liefert uns mit Leichtigkeit die Balmerische Formel, wie hier nicht weiter ausgeführt sei¹⁾. Das Elektron schwingt in *radialer* Richtung, senkrecht zur Ringoberfläche. Die Durchmesser der verschiedenen Ringe sind hier *nicht* mit denjenigen der rotierenden Elektronenbahnen im Bohrschen Modell identisch,

Das zweite Spektrum ist die sogenannte zweite Nebenserie, das dritte die erste Nebenserie; auch diese bestehen aus Linienpaaren. Die gemeinsamen Eigenschaften dieser Alkalispektren sind kurz zusammengefaßt folgende:

1. Sie bestehen aus einer Hauptserie und zwei Nebenserien.
2. Das Ende der Hauptserie liegt bei *höheren* Schwingungszahlen als das der Nebenserien ($N_{\infty} > \nu_{\infty}$).
3. Die Enden der Nebenserien fallen zusammen ($\nu_{\infty}^I = \nu_{\infty}^{II}$).
4. $N_{\infty} - \nu_{\infty} = N_2$, wo N_2 die Schwingungszahl der ersten Linie der Hauptserie (Ordnungszahl = 2). Das ist die sogenannte Rydbergsche Regel.
5. Jede der drei Serien besteht aus Paaren.
6. Die Paare der Hauptserie werden nach dem Ende hin immer enger und fallen dort unbegrenzt nahe zusammen.
7. Die Paare der Nebenserien haben den gleichen konstanten Abstand.
8. Der Abstand der Paare der Nebenserien ist gleich dem Abstand des *ersten* Paares der Hauptserie.
9. In der Hauptserie ist die kurzwelligere, in den Nebenserien die langwelligere Linie eines Paares die stärkere.
10. Die Hauptserie ist stärker als die Nebenserien, die erste Nebenserie stärker als die zweite.

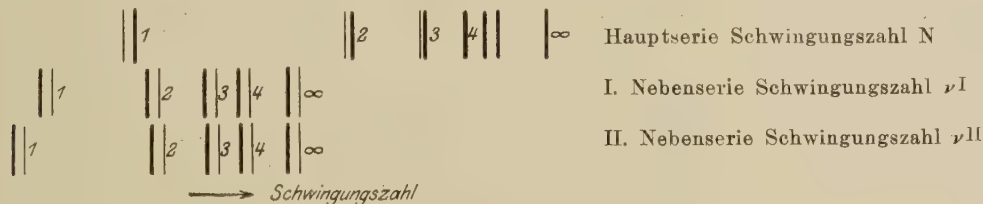


Fig. 4.

vielmehr sind sie alle doppelt so groß als bei Bohr. Es sei bemerkt, daß dieses Ergebnis mit Versuchen von Gehrcke und Janicki²⁾ über den Photoeffekt der Metalle im Einklang ist, während diese Versuche weniger gut mit dem Bohrschen Modell zu stimmen scheinen. Mein Modell ist aber auch geeignet, die Spektren der Alkalien einigermaßen getreu wiederzugeben.

Die Serienspektren der Alkalimetalle sind viel komplizierter als die des Wasserstoffs und Heliums und durch ganz charakteristische, merkwürdige Eigentümlichkeiten gekennzeichnet. Fig. 4 gibt eine schematische Darstellung der Spektren eines Alkalimetalls, z. B. des Kaliums, wie es typisch ist für die Klasse der Alkalien und nur mit Veränderung der relativen Linienabstände für die verschiedenen Elemente dieser Klasse sich immer wiederholt. Zur besseren Unterscheidung sind die 3 Spektren, die meist zusammen vorkommen, in Fig. 4 getrennt übereinander gezeichnet. Das oberste stellt die sogenannte Hauptserie dar; diese besteht aus einem System von Linienpaaren (Doppellinien), die im sichtbaren Spektrum beginnen und deren letzte Linie (Ordnungszahl ∞) im Ultraviolett liegt.

Alle diese komplizierten Eigenschaften kommen heraus und lassen sich erläutern, wenn man folgendes Modell eines Alkaliatoms zugrunde legt: Die positive Kernladung besteht aus *zwei* räumlich voneinander getrennten Elementarladungen. Diese sind umgeben von einem Ringsystem, das aus *Paaren* von Ringen besteht. In einem solchen Gebilde befindet sich *ein* Elektron. Sonach wirkt dieses Modell nach außen hin nicht neutral, sondern als positives Ion mit *einer* positiven Valenz. Dies ist im Einklang mit der Chemie der Alkalien und mit den Versuchsergebnissen an Anodenstrahlen³⁾. Die nähere Ausführung und die Ableitung der Formeln für die Spektren würde hier zu weitläufig sein und es muß dieserhalb auf die zitierte Publikation verwiesen werden.

Das Modell der Alkalien unterscheidet sich also von demjenigen des Wasserstoffs nur dadurch, daß statt *einer* Kernladung und statt *eines* Ringsystems *zwei* Kernladungen und *zwei* ineinandergeschachtelte Ringsysteme angenommen werden. Die Spektren weiterer Elemente werden sich nach ähnlichen Prinzipien aufbauen lassen, insbesondere dürfen die Erdalkalien aus einem Elektron und einem dreifachen Kern mit *drei*-

¹⁾ Vgl. E. Gehrcke, l. c. S. 124.

²⁾ E. Gehrcke und L. Janicki, Ann. d. Phys. 47, 693, 1915.

³⁾ Vgl. E. Gehrcke und O. Reichenheim, Ann. d. Phys. 25, 876, 1908.

fachem Ringsystem zu konstruieren sein; dies würde die doppelte chemische Valenz und das Auftreten von Triplettsreihen erklären. Die Verhältnisse liegen bei den Erdalkalien indessen wesentlich komplizierter und auch das optische Erfahrungsmaterial ist noch sehr der Ergänzung bedürftig.

Es kann hier nicht auf alle durch die Atommodelle behandelbaren und erklärbaren Erfahrungstatsachen eingegangen werden. Die obige Darstellung ist nur ein kleiner Teil des Erreichten; von der Berechnung der Ionisierungsspannung, dem Verhalten der Spektrallinien im magnetischen und elektrischen Felde u. a. wird hier Abstand genommen.

Wenn sonach in vielen Punkten eine erstaunliche Übereinstimmung der erfahrungsmäßig bekannten Tatsachen mit den Eigenschaften des Atommodells besteht, und wenn diese Übereinstimmung im Laufe der Entwicklung immer besser wurde und wohl auch in Zukunft noch besser werden wird, so ist es doch gut, beständig daran zu denken, daß das Modell nur eine *Denkmöglichkeit*, keineswegs das *wirkliche* Atom selbst ist. Es ist sehr gut möglich, daß ein anderes, auf anderer Grundlage als das obige aufgebautes Modell gefunden wird, das ebensoviel zu erklären imstande ist. Insbesondere ist bei Beschränkung auf bestimmte, enger umgrenzte Erscheinungsgebiete eine Mehrheit von logisch zulässigen Modellen denkbar. So hat Planck¹⁾ ein Modell konstruiert, das die Balmerische Wasserstoffserie liefert und auch noch einige andere physikalische Eigenschaften wiedergibt, also dasselbe leistet wie die Modelle von Bohr und von mir; dieses Plancksche Modell ersetzt die Kreisbahnen der Elektronen bei Bohr, oder die Kreisinge in meinem Modell, durch Ellipsen und findet dann die passende Gleichung durch den Ansatz, daß der Maximalwert der kinetischen Energie der Radialbewegung des in einer Ellipse laufenden Elektrons gleich $h\nu$ ist. Im übrigen ist das Modell von Planck dem von Bohr ähnlich, auch in seinen geometrischen Abmessungen: die Werte der großen Halbmesser der (ausgezeichneten) Bahnellipsen bei Planck sind dieselben wie die Radien der (ausgezeichneten) Kreisbahnen bei Bohr. Man sieht aber an diesem Beispiel, daß augenscheinlich *verschiedene* Modelle auf das gleiche Ergebnis führen; erst kommende Untersuchungen können klarstellen, welche von den Zutaten jedes Bildes willkürlich sind, und welche sich mit Notwendigkeit aus den erfahrungsmäßigen Eigenschaften der Spektren ergeben.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin:

Finnland und Nordrußland auf Grund eigener Anschauungen.

In der Sitzung am 1. Juli hielt Dr. Richard Pohle (St. Petersburg) einen Vortrag mit Lichtbildern über *Finnland und Nordrußland auf Grund eigener Anschauung und Studien*. Finnland bildet den östlichen Teil jenes in der Hauptsache aus Urgestein aufgebauten, mit vielen Seen und reißenden Flüssen bedeckten Ländergebietes, das zwischen Atlantischem Nordmeer und Weißem Meer gelegen, von den skandinavischen Forschern mit dem Namen „Fennoskandia“ bezeichnet wird. Die Südgrenze Finnlands läuft durch den Finnischen Meerbusen, den Ladoga- und Onegasee im Bogen hinauf zum Weißen Meer; die nördliche Grenze

berührt das norwegische Finnmarken und taucht mit der Halbinsel Kola ins nördliche Eismeer. Dieses größere Finnland ist nach Penck ein typisches Zwischenland; einheitlich ist hier der geologische Bau, einheitlich auch die Bevölkerung — in der Hauptmasse Finnen (Tawasten, Karelier und Lappen); Russen leben in kleinen, weit auseinander liegenden Ortschaften lediglich an den Küsten der kalten Meere; die schwedische Bauernbevölkerung dagegen siedelt an schmalen Küstenstreifen längs des Finnischen und Bottnischen Meerbusens; charakteristisch ist hier, daß die Schweden gerade Gebiete mit fruchtbarem Lehm Boden besetzt haben und weiter ins Innere in geschlossener Menge nicht vorgedrungen sind.

Finnland ist bekannt durch seinen kolossalen Reichtum an Seen, deren Becken vom Inland-eise im kalkarmen Felsboden ausgehöhlt worden sind. Die Flüsse sind kurz; nur im Norden ist der Seenreichtum geringer, während die Flüsse länger werden. In diesem Falle strömen sie streckenweise mit vielen Stromschnellen reißend fort, oder aber sie fließen in schmalen, tiefen Betten fast ohne jegliche Strömung dahin. Die Oberfläche des Landes gleicht einem gebuckelten Schilde, dessen Ränder mehr oder weniger plötzlich zu den Meeren abfallen. Daher weisen die Gewässer ganz allgemein in nächster Nähe der Küsten, insbesondere derjenigen des Weißen Meeres, ein starkes Gefälle auf; sie liefern also gerade am Meere bedeutende Wasserkräfte. Ihrer Ausnutzung im Binnenlande verdankt Tammerfors, das finnische Manchester, seine Blüte. Dieses geographische Moment ist ungemein wichtig für Finnlands Industrie, um so mehr, als das Land keine Kohle besitzt. Indem das Land nach Westen und Süden abfällt, wendet es sein Gesicht nach Mitteleuropa hin, und zwar den vorherrschend von Süden und Südwesten wehenden Winden entgegen. Das ergibt Vorteile insofern, als die nördliche Lage klimatisch durch Verlängerung der Vegetationsperiode ausgeglichen wird. Ein weiteres geographisches Moment, die ungemein reiche Gliederung der Küste durch zahlreiche vorgelagerte Inseln, die Schären, die den Schiffen des Landes brauchbare Schutz- und Schlupfwinkel bieten, begünstigt die Schifffahrt und somit den Seehandel des scheinbar so armen Landes ungemein. Auch die Westküste des Weißen Meeres weist diesen Reichtum an Schären auf, ebenso wie die nördlichen Teile des Ladoga- bzw. Onegasees.

Finnland wird oft das Land der 1000 Inseln genannt, aber allein der Päijännensee mit seinen zahlreichen Buchten enthält fast 1000 Inseln. Die Entstehung der finnischen Seen ist nach Sederholm teils auf Bruchspalten, teils auf Ausräumung der Becken durch Gletscher zurückzuführen. Zahlreiche Inseln sind nichts weiter als die über das Wasser emporragenden Teile der für Finnland charakteristischen Äsar, jener aus Kies und Geröllen aufgebauten, als Wirkungen der früheren Gletscher gedeuteten Hügelrücken, die in nordwest-südöstlicher Richtung das Land durchziehen. Die östlichen Seen Finnlands, deren natürliche Abflüsse in den Ladogasee münden, werden durch den 55 km langen Saimakanal, der bei Viborg den Bottnischen Meerbusen erreicht, dem westeuropäischen Verkehr erschlossen. Die Zahl der den Kanal passierenden Schiffe beträgt mehr als 40 000 jährlich. Finnland ist ein Agrarland. Insbesondere die Forstwirtschaft steht sehr hoch. 57 % des Landes sind mit Wald bedeckt. Auch in der Moorkultur ist Gewaltiges geleistet worden.

¹⁾ M. Planck; Sitzungsber. d. Berliner Akademie 1915, S. 909.

Nordrußland dagegen (die Provinzen Wologda und die östlichen Teile von Archangel und Olonetz) baut sich aus meist kalkreichen, bei oberflächlichem Auftreten Karsterscheinungen zeigenden Sedimentär-gesteinen auf; eine Tafel, arm an Seen, aber reich an Flüssen, die zu gewaltigen Strömen vereinigt in stetem, ruhigem Lauf kalten Meeren entgegenfließen. Anstehender Fels findet sich meist nur angeschnitten in Flußtälern; das Timangebirge bildet eine hügelige, großenteils bewaldete Landschaft. Von Waldbäumen seien erwähnt die Lärche, der Charakterbaum Sibiriens, Zirbelkiefern und die sibirische Tanne mit spitzem Wipfel. Nördlich der Waldgrenze überwiegt die Tundra, in der große Torfhügel vorkommen. Die Bewohner der ebenen Tundra sind Samojeden, denen als Beförderungsmittel der Rentierschlitten dient, auf dem sie im Sommer bei Bespannung mit 6 Rentieren 8 km, im Winter mit 2 Rentieren dagegen 20 km in der Stunde zurücklegen können. Im Gegensatz dazu benutzt man in Finnland als Schlitten den bootförmigen Pulk der Lappen. Von der zackigen, mit vielfachen Spitzen gekrönten Uralkette abgesehen, ist das Land bedeckt mit quartären Ablagerungen, sandigen Tonen, die in der Nordhälfte von Meerestransgressionen her-rühren. Dieses weiche Material bildet also auch die Küsten, die, arm an Inseln, durch Gezeitenströme stark unterwaschen, in der Hauptsache steil zum Meere ab-fallen. Nordrußland bietet also ungemein starke Gegen-sätze im Vergleich zu Finnlands Natur.

Im 12. Jahrhundert wanderten die Nowgoroder Rus-sen auf bequemen natürlichen Verkehrsstraßen, eben den Flüssen, zum Weißen Meer; sie gelangen an die Mün-dung der Dwina, wo sie verhältnismäßig hochstehende Karelier, die Biarmier, antreffen. Diese werden teils vernichtet, teils aufgesogen. Und nun geht ihr Weg einesteils nach Süden, über Ustjug-Welikij nach Wo-logda und Jaroslaw, andernteils nach Osten auf den Flüssen Pinega—Kuloi—Mesen—Pjosa—Zylma (unter Hilfe von Schleppwegen) an die Petschora. Gleichzeitig werden die Russen am Weißen Meer zu kühnen See-fahrern, die an den Eismeerküsten entlang fahren, schließlich Nowaja-Semlja erreichen, ab und zu sogar nach Spitzbergen verschlagen werden. Jagd, Fang von Pelz- und Meerestieren, Handel mit Pelzwerk, Häuten und Tran bilden ihre Hauptbeschäftigung bis ins späte Mittelalter. Auch eine Industrie gab es in Nordrußland — das Sieden von Salz. Das Wirtschafts-leben des Landes bleibt — wenn man von einem durch die Absperrung des Moskowitischen Reichs von der Ostsee zeitweilig hervorgerufenen regeren Handelsver-kehr mit England und Holland absieht — im allge-meinen auf derselben geringen Höhe. Nach der Grün-dung von Petersburg zog sich der ganze russische Handel nach der Ostsee zurück, und Nordrußland ver-sank in Schlaf. Erst die Entwicklung der Fluß- und Seedampfschiffahrt in den achtziger Jahren des vori-gen Jahrhunderts, vor allem die Fertigstellung der Archangeler Bahn im Jahre 1898, gibt den Anstoß zu vermehrter Aus- und Einfuhr; es findet eine gewisse Entwicklung des Wirtschaftslebens statt, wobei aller-dings so gut wie nichts produziert, sondern nur Raub-wirtschaft auf Kosten vorhandener Stoffe, Holz und Edelfische (Salmoniden und Caregonen), getrieben wird.

Gänzlich verändert aber haben sich die Verhältnisse in Nordrußland durch den Krieg. Die Schmalspurbahn nach Archangel gelangt zu ungeahnter Bedeutung. Es wiederholen sich die Verhältnisse des Mittelalters, weil der direkte Verkehr mit den Entente-Ländern auf der Ostsee völlig unterbunden ist. Archangel wird zum

gewaltigen Stapelplatz ausländischer, wertvollster, un-umgänglich notwendiger Waren, obgleich es völlig an Hafenanlagen fehlt. Im vorigen Sommer gab es da ein fürchterliches Chaos und gewaltige Verluste durch Verderben vieler Waren; dazu kamen, da das Weiße Meer keineswegs frei von Minen war, noch ganz be-deutende Schiffsverluste. Weil der Verkehr über dieses Meer in den Monaten Januar bis April auch mit Hilfe von Eisbrechern schwer zu unterhalten ist, hat Ruß-land gleich zu Beginn des Krieges mit dem Bau der Murmanbahn begonnen. Diese zweigt 100 km östlich von Petersburg ab, läuft über Petrosawodsk zum Wei-ßen Meer und führt dort am Westufer entlang durch finnisches Gebiet nach der Kolabucht, dem einzigen Fjorde Finnlands. Hier ist das Meer infolge von Ein-wirkung des Golfstromes stets eisfrei. Außerdem ließ sich im Schutz der im Osten vorgelagerten Insel Kildin eine Flottenstation für Torpedoboote und Hilfskreuzer errichten. Die seit einem Jahrzehnt geplante Murman-bahn soll noch im Laufe dieses Jahres fertig werden. So ist Rußland durch den Krieg zu technischen und wirtschaftlichen Leistungen im äußersten Norden ge-zwungen worden; aus eigener Kraft wäre das aller-dings nicht möglich gewesen. Es konnte nur ge-schehen mit Hilfe amerikanischer und englischer Tech-niker, Kaufleute und Geldmittel.

Die Geschichte Finnlands ist die Geschichte fort-gesetzter blutiger Kämpfe mit dem an die Ostsee drän-genden Russentum. Aber erst nachdem Peter der Große eine Ostseeflotte geschaffen hatte, konnte das Zaren-reich in der schwedischen Provinz festen Fuß fassen; im Jahre 1809 mußte Finnland dann nach hartnäckiger Gegenwehr seiner Truppen die Waffen strecken und wurde dem russischen Reich als autonomer Staat mit eigener Verfassung angegliedert. Nun konnte das evangelische Land in Ruhe und stetiger Entwicklung aus eigener Kraft vorwärtsschreiten. Auf Grundlage seiner schwedischen Kultur wuchs es zu einem selb-ständigen blühenden Staatesgebilde heran, das in seinem ganzen Wesen die eigenartige Natur des Lan-des widerspiegelt. Die Bevölkerungsziffer Finnlands betrug im Jahre 1825 1 096 000, im Jahre 1912 3 200 000; die Zunahme der Bevölkerung erreicht gegen-wärtig 1,38 %, sie ist also größer als in den meisten europäischen Ländern. Den gewaltigen Aufschwung des Wirtschaftslebens mögen einige Zahlen beleuchten. Die Ausfuhr landwirtschaftlicher Produkte (in der Hauptsache Butter) hatte im Jahre 1890 einen Wert von 15 Mill. Finn. Mark (1 Finn. Mark = 1 Frank), 1913 dagegen 49 Mill. Finn. Mark. Die Ausfuhr von Holz und Holzerzeugnissen betrug 1890 36 Mill. Finn. Mark, im Jahre 1913 227 Mill. Finn. Mark. Mit Wald sind 57,1 % des Landes bedeckt. Die Einnahmen aus den Staatsforsten bezifferten sich 1890 auf 1 384 000 Finn. Mark, dagegen 1910 auf 9 300 000 Finn. Mark. Was die Industrie anbetrifft, so war der Bruttowert ihrer Produktion = 162 Mill. Finn. Mark. 1912 be-trug er 684 Mill. Finn. Mark. Im Jahre 1912 zählte die finnische Handelsflotte 4201 Schiffe mit 426 307 t, während die russische Ostseeflotte mit nur 963 Schiffen und 186 129 t weit zurücksteht. Derartige Resultate konnte Finnland bei hochstehender Volksbildung durch eisernen Fleiß und Nüchternheit seiner Bevölkerung erreichen. Es ist das ein Aufschwung, der sich nur mit der Entwicklung Deutschlands vergleichen läßt. Damit fällt zusammen, daß deutscher Einfluß in Finn-land stetig an Boden gewonnen hat, besonders in den letzten Jahrzehnten und hauptsächlich durch Handels-beziehungen. So betrug die Einfuhr aus Deutschland

1897 35.5 Mill. Reichsmark, im Jahre 1913 dagegen 160.5 Mill. Reichsmark, d. h. mehr als 40 % der Gesamteinfuhr. Dazu kommt ein reger Verkehr zwischen beiden Ländern auf wissenschaftlichem Gebiete. Finnische Gelehrte schreiben ihre Arbeiten mit Vorliebe in deutscher Sprache; zahlreiche Finnländer besuchen deutsche Hochschulen. Finnland ist bekanntlich ein zweisprachiges Land. Unter allen fremden Sprachen, die an finnischen Schulen gelehrt werden, war nur die deutsche Sprache obligatorisch. Erst in den letzten Jahren hat die russische Regierung für zwangsweise Einführung des Russischen im Schulunterricht gesorgt. Seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts leiden Kultur und Volkswirtschaft schwer unter der Knechtung Rußlands. Russisches Wesen sollte eingebürgert werden, um Finnland zum Ausfalltor für Rußlands Expansionsgelüste in der Richtung auf das skandinavische Nordland und das atlantische Nordmeer zu machen. Ganz besonders schwer leidet das Land jetzt im Kriege dafür, daß es zu Mitteleuropa hinneigt. Zahlreiche Finnländer aus allen Bevölkerungsschichten mußten den Weg der Verbannung nach Sibirien gehen. Es ist daher begreiflich, wenn dieses tüchtige, aufstrebende Volk vom Kriege erhofft, frei zu werden, um ein eigenes Staatswesen im Anschluß an die Mittelmächte gründen zu können. Freilich müßte dann dieser vierte Staat skandinavischer Kultur das gesamte geographische und völkische Finnland umfassen. Nur ein Großfinnland wäre durch gute strategische Grenzen vor Rußland geschützt; dasselbe würde gleichzeitig durch seine umfassende Stellung die Rolle eines festen Bollwerkes spielen.

O. B.

Besprechungen.

Martens, E. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik. Zweiter Band: Dynamomaschinen, Transformatoren und Apparate für drahtlose Telegraphie. Bd. 55 der Sammlung Die Wissenschaft. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. 8°. XV, 455 S. und 289 Abbildungen. Preis geh. M. 11,—, geb. M. 12,—.

Dem ersten Bande, über den im zweiten Jahrgang dieser Zeitschrift (1914, S. 117) berichtet wurde, ist nach zwei Jahren der an Umfang fast das Doppelte erreichende zweite gefolgt. Wenn auch die beiden Bände zu einem Werk unter gemeinsamem Haupttitel zusammengefaßt sind, so ist doch der zweite nicht eigentlich eine Fortsetzung des ersten, sondern beide sind im Kern selbständig und unabhängig voneinander. Nur der erste Band, der die Eigenschaften der magnetischen und elektrischen Felder behandelt, trägt den Haupttitel „Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik“ ganz mit Recht; der zweite zeigt an besonders geeigneten Spezialproblemen aus den im Bandtitel angegebenen Gebieten die Anwendung physikalischer Methoden auf der im ersten Band gegebenen Grundlage. Damit führt der zweite Band weit tiefer in die Elektrotechnik ein als der erste. Gleich der erste Abschnitt tritt an das Fundament der Elektrotechnik, den Bau von Dynamomaschinen, in recht glücklicher Weise heran. Wenn der Leser auch nur einen Teil der im ersten Bande gegebenen physikalischen Grundlagen mitbringt, wird er ein anschauliches Bild von der Wirkungsweise der wichtigsten Maschinentypen für Gleich-, Wechsel- und

Drehstrom gewinnen. Der zweite Abschnitt (von vier im ganzen) behandelt nach rechnerischer Methode die formalen Gesetze und Meßmethoden bei Stromkreisen mit Selbstinduktion und Kapazität sowie die von Transformatorkreisen. Die graphische Methode, die ja gerade auf diesem Gebiete besonders ausgebildet ist, hat der Verfasser nicht herangezogen. Vielleicht hat er befürchtet, die Einheitlichkeit der Darstellung zu stören, wenn er die graphische Methode neben der analytischen, auf die er nicht verzichten mochte, verwendete. Jedenfalls aber kann man sich nicht auf den Standpunkt stellen, daß es nur darauf ankäme, die Sache selbst darzustellen, einerlei nach welcher Methode. Dazu sind die einzelnen Verfahren viel zu einseitig und die Dinge selbst zu vielseitig. Um die Sache selbst soweit als möglich zu erfassen, ist es unbedingt erforderlich, von verschiedenen Seiten an sie heranzugehen.

Dem zweiten Abschnitt sind einige Artikel über die dielektrischen Eigenschaften der Isolatoren beigefügt. Der ganze Rest — etwa die Hälfte des Buches — ist den elektrischen Schwingungen gewidmet. Immerhin läßt sich das Bestreben erkennen, diesen Teil nicht zu einem Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie werden zu lassen. Äußerlich ist das dadurch angedeutet, daß nur das letzte der in Betracht kommenden 10 Kapitel als drahtlose Telegraphie überschrieben ist, indem die Vorbereitung dazu in den vorhergehenden Kapiteln untergebracht ist. Aber es ist auch so viel anderer Stoff hineingetragen, daß die vorbereitenden Kapitel eine allgemeine Bedeutung erhalten und einige andere Kapitel selbständig anderen Gebieten als der drahtlosen Telegraphie angehören. So ist die Funkenbildung bei kommutierenden Dynamomaschinen behandelt, und ein ziemlich ausführlicher Abschnitt ist der Theorie und der experimentellen Praxis kurzer Hertzscher Wellen, und zwar unter Berücksichtigung vielfacher eigener Erfahrungen, gewidmet, was allerdings von der Elektrotechnik etwas abseits führt, aber an sich jedenfalls eine sehr dankenswerte und hier mit Originalität durchgeführte Aufgabe ist.

Das ganze Buch ist auf das wärmste zu empfehlen.

H. Diesselhorst, Braunschweig.

Wünsche, O., Die Pflanzen Deutschlands, eine Anleitung zu ihrer Kenntnis. II. Die höheren Pflanzen. 10. Auflage. Herausgegeben von Prof. Dr. J. Abromeit. Berlin-Leipzig, B. G. Teubner, 1916. XXIX, 764 S. 8°. Preis geb. M. 6,—.

Die neue Auflage, deren Herausgabe sich durch den Krieg verzögerte, übertrifft die neunte erheblich an Umfang infolge der Erweiterungen und Umarbeitung einzelner Gattungen und verschiedener Familien (Cyperaceae, Juncaceae, Salicaceae, Ranunculaceae, Papaveraceae, Rosaceae, Umbelliferae, Gentianaceae, Primulaceae, Scrophulariaceae). Außerdem wurde die Flora Süddeutschlands, insbesondere Bayerns, mehr als bisher berücksichtigt und die Verbreitungsverhältnisse genauer dargestellt. Die Nomenklatur entspricht den Wiener Regeln. Das wegen seiner klaren Bestimmungstabellen und guten Beschreibungen besonders in Schulkreisen beliebte und bewährte Buch wird auch in der neuen, erweiterten Form trotz des infolgedessen etwas erhöhten Preises seinen Freundeskreis erhalten und vergrößern.

E. Ulbrich, Berlin-Steglitz.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 40.

6. Oktober 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Die Grundlinien der Mutationstheorie. Von Prof.
Dr. Hugo de Vries, Lunteren, Holland. S. 593.

Der aufrechte Gang des Menschen. Von Privat-
dozent *Dr. H. Gerhartz, Bonn.* (Fortsetzung.)
S. 598.

Zur Polydaktylie in einem sudarabischen Herrscher-
geschlecht. Von *Dr. Erich Ebstein, Leipzig.*
S. 603.

Besprechungen:

Ziehen, Th., Die Grundlagen der Psychologie.
Von *v. Aster.* S. 604.

Külpe, Oswald, Die Philosophie der Gegenwart
in Deutschland. Von *M. Kronenberg.* S. 606.

Technische Mitteilungen:

Trinkwasserversorgung im Felde. Die technische
Verwendung der Flußsäure in den Vereinigten
Staaten. S. 607—608.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik

Von

Dr. H. Strasser

o. ö. Professor der Anatomie und Direktor des anatomischen Instituts der Universität Bern

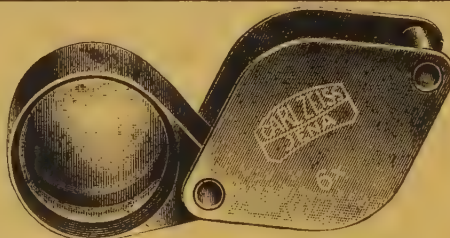
- I. Band: Allgemeiner Teil. Mit 100 Textfiguren. 1908 M. 7.—
II. Band: Spezieller Teil: Erste Hälfte. Mit 231 z. T. farbigen Textfig. 1913. M. 28.—
III. Band: Spezieller Teil: „Die untere Extremität.“ Mit 166 zum Teil farbigen Text-
figuren. In Vorbereitung

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



**Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe**

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

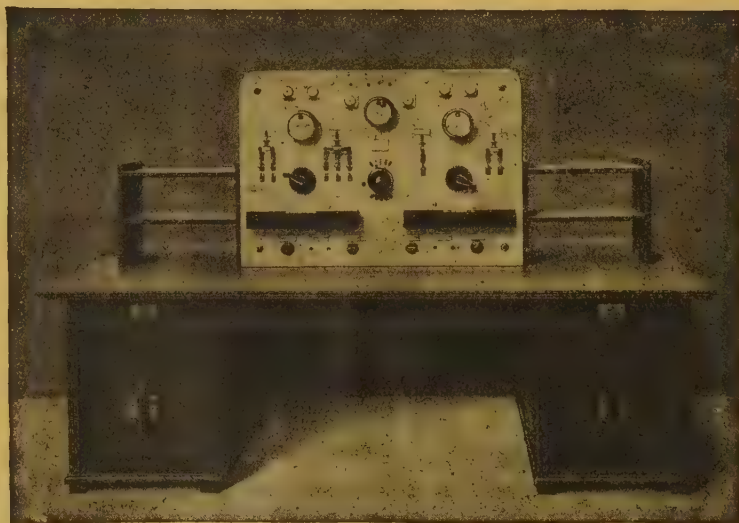
BERLIN
HAMBURG



WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentier-
schalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

6. Oktober 1916.

Heft 40.

Die Grundlinien der Mutationstheorie.

Von Prof. Hugo de Vries, Iunteren, Holland.

Auf unseren Heiden sieht man von Zeit zu Zeit, inmitten von Tausenden und Abertausenden von rotblühenden Heidekräutern ein einzelnes Exemplar mit weißen Blüten. In allen übrigen Hinsichten gleicht es seinen Nachbarn, nur ist das Laub von reinerem Grün, da auch hier der rote Farbstoff fehlt. Fast unabweislich drängt sich uns die Frage auf: Wie kommt eine solche Pflanze hierher? Zwar kommen auch sonst weißblühende Individuen vor, aber doch sehr selten, und die einzelnen Stellen sind zu weit voneinander entfernt, um sie durch den Transport von Samen von der einen zur anderen zu erklären. Einfacher ist es, anzunehmen, daß die Varietät an Ort und Stelle aus der Art entstanden sei. Aber wie? Darüber lehrt die Beobachtung nur, daß Übergänge und Zwischenformen fehlen. Wäre die neue Form allmählich, mit fast unmerklichen Stufen, aus der Mutterart hervorgegangen, so dürfte man, bei der Langlebigkeit dieser Sträucher, mit Grund erwarten, daß wenigstens noch einige von diesen Zwischenstadien gefunden werden sollten. Dem ist aber nicht so, und somit müssen wir annehmen, daß sie auch nicht dagewesen sind, und daß die weiße Form mit einem Sprunge aus der alten hervorgegangen ist.

So verhält es sich in der Natur überall. Von zahllosen Varietäten, welche jetzt in unseren Gärten vermehrt werden, weiß man, daß sie ursprünglich als ein einzelnes Exemplar im Freien vorgefunden worden sind. Namentlich gilt dieses von Holzgewächsen, da hier die Anfangspflanze der neuen Rasse ja selbst während mehrerer Jahre am Leben bleiben kann. Ebenso von den perennierenden Arten und, wenn auch seltener, von den einjährigen. Ein plötzliches Auftreten ohne Übergänge ist überall die Regel.

Um ganz sicher zu sein, muß man den Vorgang aber im Versuchsgarten beobachten. Dazu eignet sich aber die weiße Heide nicht gut, und ich habe somit eine ganz andere Pflanze gewählt, von der gleichfalls bekannt ist, daß sie im Freien von Zeit zu Zeit, wenn auch sehr selten, eine bestimmte Varietät hervorbringt. Ich meine den gemeinen Frauenflachs (*Linaria vulgaris*), welcher bisweilen eine Form mit ausschließlich röhrenförmigen Blüten mit fünf Spornen (*L. vulg. peloria*) bildet. Da die Varietät nahezu steril ist, ist eine Verbreitung durch Samen im Freien von vornherein ausgeschlossen. Sie vermehrt sich aber durch Wurzelbrut und erhält sich dadurch

im Laufe mehrerer Jahre, pflegt dann aber wieder zu verschwinden. Zwar findet man an den Blüentrauben der normalen Art gelegentlich eine einzelne Blüte mit fünf Spornen, oder noch viel seltener deren zwei oder drei, aber weitere Übergänge zu der rein fünfspornigen Varietät fehlen durchaus.

Für meinen Versuch habe ich die Art aus dem Freien in meinen Garten gebracht und ihre Anforderungen an die Kultur genau studiert, um möglichst kräftige und reichblühende Samenträger zu erhalten. Unter gewöhnlichen Bedingungen blüht sie im ersten Jahre nicht; durch starke Düngung gelang es mir aber, sie dazu zu bringen, und somit konnte ich in jedem Jahr eine neue Generation heranziehen. Ich vermehrte meine Pflanze so stark wie möglich, aber während mehrerer Jahre blieb sie normal. In der fünften Generation trat aber plötzlich die erhoffte Varietät auf, und zwar nicht in einem einzelnen, sondern in mehreren Exemplaren. Es waren deren 16 unter etwa 1800 Nachkommen eines einzelnen Individuums. Sie haben reichlich geblüht, und alle ihre Blüten trugen ausnahmslos fünf Spornen. Übergänge fehlten. Es fanden sich weder Pflanzen mit einer allmählich zunehmenden Anzahl von pelorischen Blüten vor, noch auch Blüten mit 2, 3 oder 4 Spornen. Dagegen wiederholte sich die Mutation im nächsten Jahre aus dem Stamme der reinen Art. Leider war auch jetzt die Varietät nahezu ganz steril, aus ihren wenigen Samen erhielt ich aber etwa hundert kräftige Pflanzen, welche während eines ganzen Sommers sehr üppig geblüht haben, und ein prachtvolles Beet darstellten. Alle Blüten waren hier pelorisch, mit fünf Spornen.

Somit entstehen Varietäten aus ihrer Mutterart im Freien plötzlich, ohne Vorbereitung und ohne Übergänge. Mit einem Schlage sind sie da, und sofort sind sie erblich und konstant.

Genau so verhält es sich im Gartenbau. Alljährlich bringen die größeren Gärtnereien neue Varietäten in den Handel, und die Art und Weise ihrer Entstehung ist somit wohl bekannt. Un erwartet treten sie auf, und sofort sind sie völlig von der Mutterart verschieden. Anscheinend sind sie nicht gleich anfangs konstant aus Samen, sondern müssen im Laufe einiger Jahre gereinigt und, wie man es nennt, fixiert werden, bevor sie ausreichend samenfest sind, um in die Kataloge aufgenommen zu werden. Dieses beruht aber nach meiner Erfahrung nur auf Vizinismus oder Nachbarbefruchtung. Die neu aufgetretene Form wird von den Insekten teilweise mit dem Blütenstaub ihrer Nachbarn befruchtet, und ihre

Nachkommenschaft muß somit von diesen Bastarden gereinigt werden. Das geschieht aber, aus technischen Gründen, nur unvollständig und muß daher in den nächsten Jahren wiederholt werden, bis die reinen Samen ausreichend überwiegen. Daß diese Erklärung des Fixierens die richtige ist, sieht man, wenn man solche Neuheiten kauft und künstlich und rein befruchtet. Sie ergeben sich dann sofort als völlig konstant.

Auch hier schien es mir wichtig, den Vorgang im Versuchsgarten genau zu studieren. Ich wählte dazu die gelbe Saatwucherblume und versuchte aus ihr eine gefülltblütige Varietät darzustellen. Bei mehreren anderen Arten der Gattung sind solche wohl bekannt, beim *Chrysanthemum segetum* unserer Äcker kannte man sie bis dahin nicht. Ich vermehrte die Art, unter starker Düngung, so kräftig wie möglich und wählte als Samenträger Exemplare mit einer großen Anzahl von Zungenblüten, oder noch besser solche Individuen, welche in ihrer Nachkommenschaft in dieser Richtung bevorzugt waren. Allerdings ist die Vermehrung der Zahl der Randblüten noch kein Anfang der Füllung; diese tritt erst ein, wenn zungenförmige Blüten zerstreut zwischen den kleinen röhrigen Blüten der Scheibe auftreten. Die Anzahl der Randblüten nahm allmählich zu, die Füllung trat aber plötzlich in der vierten Generation meiner Rasse auf einem einzigen Individuum auf. Im nächsten Jahre säte ich nur die Samen dieser Pflanze und hatte eine Kultur, in der alle Individuen auf allen kräftigen Körbchen gefüllt waren. Die neue Varietät war somit schon im Jahre nach ihrer Entstehung völlig fixiert. Auch erreichte sie gleich damals das Maximum ihrer Ausbildung, da ihre Körbchen genau so stark gefüllt waren, als solches bei den besten doppeltblütigen Varietäten von anderen Arten derselben Gattung der Fall zu sein pflegt.

Den beschriebenen Vorgang des plötzlichen Auftretens neuer Varietäten nennt man jetzt eine Mutation. Die Theorie der Mutationen aber beruht auf der Annahme, daß auch Arten plötzlich und ohne Übergänge und mit voller Samenfestigkeit aus ihren Mutterarten hervorgehen. Der Vorgang muß, wenigstens äußerlich, derselbe sein, wie bei den Varietäten, und bekanntlich werden die letzteren häufig als beginnende Arten betrachtet.

Macht man diese Annahme, so muß dieselbe Vorstellung offenbar auch auf die Gattungen und Familien sowie auf die größeren Abteilungen der beiden organischen Reiche ihre Anwendung finden. Sie muß für den ganzen Stammbaum gelten. Hier befindet sich die Theorie auf dem Gebiete der vergleichenden Forschung, experimentell kann sie nur für die Arten und Unterarten dem Studium unterworfen werden. Die Überzeugung, daß Gattungen und größere Gruppen den Arten durchaus gleichwertig sind und daß sie offenbar in derselben Weise entstanden sein müssen, wie diese, ist aber jetzt so allgemein verbreitet, daß wir darauf

an dieser Stelle nicht einzugehen brauchen. Wir betrachten einfach die Arten als die Grundlage unseres Systems.

Die Vorstellung eines sprungweisen Entstehens der Arten hat die Auffassung einer ganz langsamen Entwicklung der Organisation, mittels unsichtbar kleiner Stufen und als Folge der Ansprüche der umgebenden Welt, zu ersetzen: Neue Merkmale entstehen nach ihr nicht, weil sie später nützlich werden können, und werden nicht aus diesem Grunde zu allmählich steigender Vollkommenheit ausgebildet. Solches mag wohl von den Gruppen von Merkmalen gelten, welche die auffallend schönen Anpassungen im Pflanzen- und im Tierreich bilden. Hier züchtet der Kampf ums Dasein in der bekannten Weise, indem er das örtlich Günstige erhält und jene neu aufgetretene ungünstige Mutation ausmerzt. In dieser Weise leitet der Kampf allmählich zu jener stattlichen Anhäufung günstiger Eigenschaften, welche zusammen die prachtvollen Organisationen der Orchideen, der Schlingpflanzen, der insektenfressenden Pflanzen und so mancher anderen Gruppen bilden. Aber auf die Entstehung der einzelnen Faktoren dieser sehr zusammengesetzten Bildungen wirft diese Theorie kein Licht.

Hier muß die Mutationstheorie eintreten. Tatsächlich liegt ihr wissenschaftlicher Wert, abgesehen von der experimentellen Seite der Frage, in der Aufhebung der zahlreichen Schwierigkeiten, welche der alten Vorstellung anklebten, und welche während so vieler Jahrzehnte als Waffen gegen diese und damit gegen die ganze Abstammungslehre gebraucht worden sind. Wir wollen somit jetzt darlegen, wie die neue Theorie die Deszendenzlehre von diesen Bedenken befreit.

Der schwerste und älteste Einwurf ist die Nutzlosigkeit der Eigenschaften in den ersten Phasen ihrer Ausbildung, falls man diese als einlangsame annimmt. Ein noch fast unmerklicher Geruch der Blüten könnte noch keine Insekten anlocken, und jedenfalls nicht in solchem Maße, daß er dadurch der betreffenden Pflanze einen merklichen Vorteil im Kampf ums Dasein geben könnte. Eine allmähliche Ausbildung von Gerüchen auf Grund ihrer Nützlichkeit entzieht sich unserem Verständnis. Dasselbe gilt von den Farben der Blüten und von den meisten einfachen Eigenschaften. Anpassungen an das Fangen von Insekten haben nur dann Bedeutung, wenn die entsprechenden Einrichtungen zum Verzehren auch bereits vorhanden sind, bis dahin kann die natürliche Auslese nicht züchtend auf sie einwirken. Instinkte, welche von der Norm abweichen, müssen offenbar schädlich sein, und bis sie sich an neue Ziele angepaßt haben, müssen sie im Kampf ums Dasein wohl stets ausgemerzt werden. Sie können somit nur plötzlich und in voller Ausbildung entstanden sein, da sie sonst keine genügende Aussicht auf Erhaltung hätten. So gilt es allgemein. Nach der alten Lehre sind neue Merkmale im Anfange so unbedeutend, daß sie ganz nutzlos

sein müssen und somit der Zuchtwahl keinen Anhaltspunkt zur weiteren Ausbildung bieten. Aber die Lehre von der sprungweisen Entstehung der Merkmale beseitigt alle diese Schwierigkeiten mit einem Male. Die neuen Eigenschaften sind entweder nützlich oder gleichgültig und können dann erhalten bleiben, oder sie sind schädlich und müssen dann bald verschwinden.

Nutzlose Eigenschaften kann die alte Vorstellung gar nicht erklären. Es gibt überhaupt keinen Grund für deren allmähliche Ausbildung. Dennoch gibt es zahllose Beispiele. Man braucht nur die Artdiagnosen ins Auge zu fassen oder die Merkmale, mittelst deren man in Bestimmungstabellen den Namen einer Pflanze aufsucht. Für die meisten kann man gar keinen Nutzen finden. Allgemein gilt die Regel, daß eine Pflanze ohne eine solche Eigenschaft genau ebensogut und oft unter denselben äußeren Bedingungen ihr Dasein behaupten kann als mit ihr. Fehlen die diagnostischen Kennzeichen doch selbstverständlich stets den nächststehenden Formen. Aber auch manche anscheinend schönen Anpassungen sind in Wirklichkeit nutzlos oder sogar in geringem Grade schädlich. Die ganze Pracht des Blühens des Löwenzahns ist überflüssig, denn die Pflanze bildet ihre Samen ohne Befruchtung aus. Die Heterostylie der Schlüsselblumen (*Primula*) ist in der Natur nutzlos, denn Kreuzungen sind im Freien sehr selten. Die Fliegenorchis und ihre Verwandten ahmen die Insekten so deutlich nach, daß die Bienen sie scheuen; sie werden nur selten befruchtet. Zahllose derartige Eigenschaften können zwar plötzlich entstehen und erhalten bleiben, aber nicht durch die Zuchtwahl in ihren Einzelheiten allmählich ausgebildet werden.

Die ältere Vorstellung nahm eine Auslese der günstigen Abweichungen an, wie sie von der gewöhnlichen Variabilität dargeboten werden. Damals kannte man die Gesetze dieser Veränderlichkeit noch nicht. Jetzt weiß man, daß die Erscheinung entsprechend verläuft, wie alle nur von der Wahrscheinlichkeit beherrschten Vorgänge. Die pflanzliche und tierische Variabilität folgt demselben Schema. Abweichungen vom Mittel kommen vor, sie sind aber um so seltener, je weiter sie abweichen. Das Mittel wird von den inneren Anlagen bestimmt, die Abweichungen aber von äußeren Umständen, und namentlich von der Ernährung. Die Variabilität ist eine lineare, sie besteht in einer stärkeren oder schwächeren Ausbildung der Merkmale. Für die Entstehung neuer Eigenschaften bietet sie somit kein Material, dazu braucht es ganz anderer Vorgänge. Solche kannte die alte Theorie nicht, für uns sind gerade diese die sprungweisen Änderungen oder Mutationen. Ein Beispiel möge angeführt werden. Der Zuckergehalt der Rüben kann durch Zuchtwahl wesentlich erhöht werden, innerhalb der kultivierten Rassen, und bekanntlich bieten nur Samen von Rüben mit hohem Gehalt ge-

nügende Aussicht auf eine gute Ernte. Aber auf die Entstehung neuer morphologischer Merkmale bietet diese Variabilität offenbar gar keine Aussicht.

Die Vorstellung einer ganz langsamen Ausbildung der einzelnen Eigenschaften begegnet in ihrer Anwendung auf das ganze Pflanzen- oder Tierreich noch anderen unüberwindlichen Schwierigkeiten. Man hat auf Grund dieser Auffassung die Zeit berechnet, welche zur Entwicklung des ganzen Stammbaumes erforderlich sein würde, und gefunden, daß mehrere Milliarden von Jahren dazu erforderlich wären. So alt ist unsere Erde aber nicht. Sie mag einige Millionen von Jahren lebende Wesen getragen haben, aber gewiß keine Tausende von Millionen.

Um das Alter der Erde zu berechnen, gründet man sich auf eine Reihe von sehr verschiedenen Erscheinungen. Die Astronomen haben berechnet, daß die Abtrennung des Mondes von der Erde vor etwa 60 Millionen Jahren vor sich gegangen ist. Die Zunahme der Temperatur in tiefen Bohrlöchern beträgt in einzelnen Gegenden ungefähr einen Grad pro 50 m, in anderen aber einen Grad pro 100 m. Daraus läßt sich die Geschwindigkeit der Abkühlung und aus dieser das Alter der festen Erdkruste berechnen. Man gelangt zu 20 bis 40 Millionen von Jahren.

Der Salzgehalt des Meeres nimmt durch die jährliche Zufuhr aus den Flüssen zu. Diese drainieren das von ihnen durchströmte Gebiet, und der Regen laugt die löslichen Salze allmählich aus. Man kennt die jährliche Zufuhr fast aller größeren Flüsse und kann daraus die jährliche Zunahme im Meere berechnen, sowie die Zeit, welche erforderlich wäre, um unter den jetzigen Bedingungen das jetzt vorhandene Salz im Ozean anzuhäufen. Man erhält einen Wert von 90 Millionen Jahren. Aber am Anfange der erwähnten Auslaugung muß die Zunahme rascher gewesen sein, und die Zeit, während welcher Flüsse und somit Festland bestehen, darf also wesentlich kleiner angenommen werden.

Das Alter der geologischen Schichten ergibt sich aus ihrer Gesamtdicke und der Geschwindigkeit des Absatzes an den Küsten der jetzigen Meere. Die Gesamtdicke ist etwa 80 km, und der Absatz erreicht im Mittel 30 cm im Jahrhundert. Hieraus leitet man ein Alter von etwa 26 Millionen Jahren für die Erdkruste ab.

Die Kalkfelsen werden im Meere von Korallen, Mollusken und anderen Organismen gebildet. Sie benutzen dazu den gelösten doppelt-kohlensauren Kalk, welcher von den Flüssen zugeführt wird. Man braucht also nur die jährliche Zufuhr und die Masse der Schichten zu kennen, um die erforderliche Zeit zu berechnen. Man gelangt auf diesem Wege zu einem Alter von 36—45 Millionen von Jahren.

Wie man sieht, handelt es sich stets um weniger als 100 Millionen und meist um weniger als 50. So groß die Abweichungen der einzelnen

Berechnungen auch sein mögen, und so ungenau die empirischen Grundlagen für so weitgehende Schlüsse auch genannt werden mögen, so erfreulich ist andererseits die Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Ergebnissen. Offenbar kommt man der Wahrheit am nächsten, wenn man der Erde ein Alter von etwa 40 Millionen von Jahren zuschreibt. Aber wie weit ist diese Zahl entfernt von den Milliarden, welche die Vorstellung von der langsamen Entwicklung der Merkmale der Lebewesen forderte! Die Theorie der sprunghaften Ausbildung der elementaren Eigenschaften entspricht den Anforderungen der Astronomie, der Geologie und der Physik aber durchaus und findet somit auf allen diesen Gebieten eine feste Grundlage.

Wie die Arten in der Natur tatsächlich entstehen, entzieht sich einstweilen der unmittelbaren Beobachtung. Es gibt aber eine Gruppe von Erscheinungen, welche darauf ein ganz bestimmtes und klares Licht werfen können. Ich meine die allerjüngsten Arten, welche noch keine Zeit gehabt haben, sich auf der Erde wesentlich zu verbreiten, und somit noch an Ort und Stelle gefunden werden, wo sie nach aller Wahrscheinlichkeit entstanden sind. Solche lokale Formen nennt man endemische, da sie nur in einer einzelnen, meist kleinen Gegend angetroffen werden. Merkwürdigerweise sind diese Formen nun keineswegs stets elementare Arten oder Varietäten. Gerade im Gegenteil wird die Bezeichnung endemisch vorzugsweise auf gute systematische Arten angewandt. Sogar ganze Gattungen können endemisch sein, und entweder nur aus einer einzigen Art bestehen oder aus einer kleinen Gruppe von solchen, welche zusammen ein beschränktes Gebiet, wohl dasjenige ihres gemeinschaftlichen Ursprunges, bewohnen. Solche Beobachtungen führen zu einer Erweiterung der Theorie, da ja nicht nur ganz kleine, sondern auch weit bedeutendere Artunterschiede mit einem Sprunge in die Erscheinung müssen treten können.

Die Insel Ceylon hat etwas über 800 endemische Pflanzenarten. Weitaus die meisten findet man in dem südwestlichen Viertel, in dem bewaldeten Gebirgslande mit seinem feuchten, tropischen Klima. Manche Art wächst dort nur auf einem einzigen Gipfel oder an einem Abhange oder in einem vereinzelt Tale. Oft ist die Zahl ihrer Individuen entsprechend klein, und falls es sich um Sträucher handelt, beschränkt sich die ganze Art bisweilen auf ein Dutzend Exemplare oder wenig mehr. Andere endemische Arten haben ein etwas größeres Gebiet, indem sie mehrere Quadratkilometer bewohnen. Man kann die Arten nach der Größe ihrer Wohnstätten in Gruppen bringen; viele verbreiten sich über etwa ein Viertel oder ein Drittel der ganzen Gebirgsgegend. Noch andere endemische Arten bewohnen nahezu die ganze Insel. Willis, der diese Erscheinung einer eingehenden geographischen und statistischen Untersuchung unterworfen hat, kommt zu

der Folgerung, daß es sich hier wohl stets um ganz junge Arten handelt. Sie gehören meist zu Gattungen, von denen andere Arten weit über die Insel und wohl auch sonst in Indien verbreitet sind, und haben zu diesen nicht selten morphologische Beziehungen, welche deutlich auf eine Abstammung der seltenen Formen von den allgemeineren hinweisen. Man könnte zwar einwerfen, daß es sich um aussterbende Arten handle, welche noch an ihren letzten Wohnstätten gefunden werden. Aber dann müßte der Fall häufig sein, daß dieselbe Art sich z. B. auf zwei oder mehrere benachbarte Gipfel zurückgezogen hätte. Dem ist aber nicht so, denn Arten, welche nur an zwei oder nur an einigen geographisch entfernten Fundorten vorkommen, sind auf Ceylon sehr selten.

Offenbar sind die Arten mit einem einzelnen kleinen Fundort die jüngsten, und sind die Wohngebiete um so größer, je älter die betreffende Art und je besser sie zu einer raschen Verbreitung in der betreffenden Gegend ausgerüstet ist. Viele andere Arten sind im Laufe des letzten Jahrhunderts von anderswo zufällig in Ceylon eingeführt worden. Je nach ihrem Verbreitungsvermögen sind die meisten seitdem ausgestorben oder doch nur ganz lokal geblieben, während einige sich in wenigen Jahrzehnten über die ganze Insel verbreitet haben. Die lokalen endemischen Arten sind offenbar in dieser Beziehung von der Natur nicht begünstigt worden, sie können sich wohl nur ganz langsam ausbreiten, sonst würden sie jetzt schon ausgedehnte Teile der Insel bewohnen. Dieser Umstand spricht dafür, daß sie nicht durch stetige Auslese in vorteilhafter Richtung variierender Individuen entstanden sind; sie sind offenbar im Kampf mit ihren Vorfahren nur ganz unwesentlich im Vorteil. Die Vergleichung ihrer Merkmale mit denen verwandter Arten führt meist zu derselben Folgerung. Die Unterschiede sind verhältnismäßig große, jedenfalls vom Range guter systematischer Arten, und bisweilen entsprechen sie den Unterschieden von Untergattungen und Gattungen. Aber die Merkmale sind meist rein diagnostischer Natur; irgendeine Beziehung zum Kampf ums Dasein oder zu den lokalen Bedingungen, unter denen die endemischen Arten leben, zeigen sie nicht. Sie können offenbar nicht als eine Reizwirkung der Lebenslage betrachtet werden oder als ein Versuch seitens der Pflanzen, den Anforderungen des Klimas, des Bodens und der umgebenden Lebewelt Genüge zu leisten. Es bleibt keine andere Vorstellung möglich als diese, daß sie ihr Dasein plötzlichen Mutationen verdanken und sie dabei die Vorzüge ihrer Vorfahren im wesentlichen beibehalten oder diese sogar ein wenig verbessert haben.

Wie bereits bemerkt, hat Ceylon außer endemischen Arten auch endemische Gattungen und sogar einige Familien, von denen die sämtlichen Arten auf die Insel beschränkt sind. Von den

Gattungen sind 23, von den Familien 6 in dieser Lage. Betrachten wir die erstere Gruppe etwas genauer, so finden wir, daß 17 Gattungen jede nur aus einer einzigen Art bestehen, vier umfassen 2—3 Arten und nur zwei sind daran reicher. Diese sind *Doona* mit 11 und *Stemonoporus* mit 15 Arten, welche fast alle äußerst seltene Formen sind, deren Merkmale aber dennoch weiter auseinander gehen als bei manchen anderen guten Arten. In den beiden namhaft gemachten Gruppen ist die Verbreitung der einzelnen Arten eine solche, daß die Annahme auf der Hand liegt, daß die Arten nahezu gleichzeitig und auch lokal zusammen entstanden sind. So ist z. B. die ganze Gattung *Doona* auf die südwestliche Spitze der Insel beschränkt, und nur für eine Art umfaßt das Gebiet alle die lokalen Wohnstätten der anderen. Diese Art dürfte wohl die älteste sein, aus der die übrigen hervorgingen.

Willis gelangt nun zu der Ansicht, daß nicht nur die Arten, sondern auch die lokalen Gattungen sich mit einem Sprünge von ihren Vorfahren losgetrennt haben. Es braucht dazu oft nur der Annahme einer einmaligen Mutation. Während es sich bei den meisten Mutationen je nur um eine Eigenschaft handelt, oder doch nur ganz wenige voneinander unabhängige Merkmale dabei zusammen mutieren, breiten sich diese generischen Mutationen über viel größere Gruppen von Kennzeichen aus. Wie es kommt, daß in solchen Fällen die Merkmale gruppenweise verändert werden, ist eine wichtige Frage für die experimentelle Forschung, aber auf diese wollen wir hier nicht eingehen. Hauptsache ist, daß die Änderungen nicht solche sind, welche den Anforderungen der Umgebung entsprechen oder, wie man es gewöhnlich ausdrückt, für ihre Träger nützlich sind. Die alte Vorstellung einer langsamen Entwicklung unter dem Einflusse der natürlichen Auslese kann sie nicht erklären.

Die Folgerungen, zu denen das Studium der geographischen Verbreitung der Arten auf der Insel Ceylon führt, finden ihre Bestätigung für andere Gebiete, und zwar um so deutlicher, je reicher die betreffenden Floren an endemischen Arten sind. Allerdings kommt auch der Fall vor, daß die endemischen Formen die letzten Reste einer früheren sehr reichen Flora sind, wie in Florida und auf den Bermuda-Inseln, aber die Art und Weise der Verbreitung zeigt dort ganz andere Verhältnisse, als wo es sich um die Neubildung von Arten handelt. Wo eine solche angenommen werden darf, weist alles auf sprungweise und oft bedeutende Umänderungen ohne Rücksicht auf die Anforderungen der Umgebung hin und spricht somit klar für die Theorie der Mutationen.

In der Landwirtschaft hat sich die Mutationstheorie gegen die herrschende Erklärung des Selektionsprozesses und damit zugleich gegen die übliche Methode dieses Verfahrens ausgesprochen. Das alte Verfahren erforderte eine lange Reihe von Jahren, oft 10 bis 20 oder noch mehr, um zum

Ziel zu gelangen. Die neuen Prinzipien aber lehren, daß in einem einzigen Jahre, bzw. in einer einzigen Generation, alles erreicht werden kann, was überhaupt im gegebenen Falle erreichbar ist. Allerdings brauchen dann die vollständige Beurteilung der praktischen Vorzüge der neuen Rasse und ihre Vermehrung in dem erforderlichen Grade noch einige Jahre, bevor die Neuheit auf den Markt gebracht werden kann, aber dadurch wird offenbar das Prinzip selber nicht beeinträchtigt.

Dieses Prinzip ist dasjenige der einmaligen Wahl. Es steht der vieljährigen stetigen Auslese schnurstracks entgegen. Die Praxis der letzten Jahrzehnte hat zu entsprechenden Erfahrungen geleitet, namentlich im Auslande, und diese Übereinstimmung hat der neuen Auffassung eine rasche und immer zunehmende Anerkennung gebracht.

Ich will versuchen die Grundsätze der beiden Systeme in möglichst einfacher Weise miteinander zu vergleichen. Das alte Verfahren geht von der Ansicht aus, daß die stets vorhandene hin und her schaukelnde Variabilität das Material für die praktische Züchtung bildet. Diese Variabilität besteht, wie wir bereits gesehen haben, einerseits in einer Steigerung, andererseits in einer Schwächung der fraglichen Eigenschaften. Wählt man nun diejenigen Individuen, in denen die technisch wertvollen Qualitäten in erhöhtem Grade vorhanden sind, und wiederholt man diese Operation im Laufe mehrerer Jahre in derselben Richtung, so müßte, wenigstens das glaubte man, die Rasse entsprechend zunehmen und für die Kultur wertvoller werden. Die Zunahme des Zuckergehaltes der Rüben, welcher unter dem Einflusse der Selektion von etwa 7 % bis 14 % und mehr sich verbessert hat, bildet das einfachste und klarste Beispiel für diese Ansicht.

Aber gerade hier lehrt die Erfahrung, daß es sich nicht um die Herstellung einer neuen Eigenschaft handelt, wenigstens nicht einer solchen, welche den Merkmalen gewöhnlicher, wildwachsender Arten analog ist. Diese letzteren sind, wenn einmal ausgebildet, unabhängig von jeder weiteren Selektion; keine Art bedarf der Mitwirkung des Kampfes ums Dasein, um ihre Merkmale beizubehalten. Demgegenüber hört die Selektion der Zuckerrüben niemals auf; es genügt nicht, die Samen von einer guten Rasse zu säen, sondern sie müssen auch von Individuen herstammen, welche entweder selbst oder doch in ihren unmittelbaren Vorfahren beim Polarisieren einen hohen Zuckergehalt aufgewiesen haben. Die Samen zuckerreicher Rüben werden nicht als konstante Rasse, sondern als die Ergebnisse ununterbrochener Auslese in den Handel gebracht.

Bei der Auswahl anderer landwirtschaftlicher Gewächse handelt es sich, nach den Prinzipien der Mutationstheorie und nach den neuesten Erfahrungen, um einen ganz anderen Vorgang. Neue Formen entstehen sprungweise. Stehen sie

bei ihren Vorfahren in bezug auf den Kampf ums Dasein nicht zurück, so können sie mit deren unveränderten Nachkommen gemischt ruhig weiter leben und sich vermehren. Wiederholen sich, im Laufe der Jahrhunderte, die Mutationen, so wird die sogenannte Rasse oder Varietät allmählich reicher an Formen, bis sie schließlich ein mehr oder weniger buntes Gemisch darstellt. Offenbar müssen alle Neuheiten, welche in ungünstiger Richtung abweichen, bald ausgestorben und verschwunden sein, das hindert aber die gleich guten oder besseren nicht, sich zu vermehren und einen ihren Vorzügen entsprechenden Platz im Gemische einzunehmen.

Tatsächlich bestehen nun die Arten und Varietäten der Großkultur aus solchen Gemischen. Die Zahl der Bestandteile wechselt selbstverständlich, steigt aber nicht selten bis auf hundert heran. Es leuchtet nun ein, daß nicht alle diese zusammen wachsenden Typen für die Kultur gleich wertvoll sind. Einige müssen das Mittel der Varietät übertreffen, während andere zurückstehen müssen. Daraus geht aber klar hervor, daß eine Reinigung des Gemisches den Ertrag erhöhen kann.

Diese Reinigung kann man in zweifacher Weise vornehmen. Entweder werden die Samen für die nächste Aussaat nur von den ertragreichsten Individuen genommen. Dadurch werden die schlechtesten Teile der Rasse sofort ausgemerzt, und durch stetige Wiederholung dieser Wahl gelangt man schließlich dazu, nur die allerbesten Typen aus der ursprünglichen Mischung beizubehalten. Dieses ist im Grunde das alte Verfahren; es hat in zahlreichen Fällen zu einer Erhöhung des Ertrages um 10 % und mehr geführt.

Das neue Verfahren berücksichtigt aber in bewußter Weise die theoretische Grundlage, d. h. die Zusammensetzung der Varietät aus einer gewissen Anzahl unabhängiger und nur miteinander gemischter Typen. Aus diesen Typen soll der beste ausgewählt werden. Es werden dazu einfach die Typen möglichst vollständig ausgesucht und zwar von jedem, um ganz sicher zu sein, nur ein einzelnes Exemplar. Dann werden sie nebeneinander, aber getrennt kultiviert und eingehend verglichen. Die schlechtesten sät man selbstverständlich gar nicht aus, weitaus die meisten fallen aber beim Vergleich im ersten Sommer aus. Man behält nur eine kleine Anzahl bei, welche dann einem weiteren Studium, und zwar in Hinsicht auf alle kulturellen und technischen Eigenschaften, unterworfen werden. Dabei ergibt sich ein Typus als der allerbeste. Oder es werden deren zwei oder drei gefunden, welche auf verschiedenen Böden, unter etwas verschiedenem Klima oder endlich für verschiedene technische Anforderungen die besten sind. Diese vermehrt man dann so rasch wie möglich weiter, aber ohne jede weitere Auslese. Die isolierte Rasse hat ihre guten Eigenschaften und behält diese bei, solange sie nicht durch Kreuzung

oder durch im Dünger beigemischte Samen verunreinigt wird. Sie ist nicht verbessert, sondern einfach isoliert worden.

Es würde mich zu weit führen, in fernere Einzelheiten einzugehen. Nur sei bemerkt, daß solche isolierte Rassen in der Regel in so geringem Grade variabel sind, daß von einer Züchtung nach diesen Prinzipien keine weitere Verbesserung erwartet werden kann. Dagegen bringen die reinen Rassen von Zeit zu Zeit sprunghafte Mutationen hervor, welche selbstverständlich oft ohne Vorzüge sind, aber sich doch in einzelnen Fällen als wirkliche Verbesserungen ausgenommen haben. Von solchen hängt die Möglichkeit des Fortschrittes innerhalb der reinen Rasse ab.

Sobald die alte Auffassung einer stetigen künstlichen Auslese verlassen wird und die Tatsachen im Lichte der neueren Erfahrungen betrachtet werden, fügt sich der ganze Prozeß der Rassenveredlung den Grundprinzipien der Mutationstheorie. Diese umfaßt die Praxis in der Landwirtschaft sowie im Gartenbau und die theoretische Auffassung der Artbildung in der freien Natur sowie im Laufe der geologischen Entwicklung unserer Erde. Sie bildet den Eckstein der Abstammungslehre, indem sie diese in einfache Übereinstimmung mit den Erfahrungen anderer Disziplinen bringt. Sie öffnet uns den Weg zu einem experimentellen Studium des Vorganges der Artbildung selbst, da sie uns lehrt, daß dieser Prozeß dem Studium ebenso gut zugänglich gemacht werden kann, wie jede andere Erscheinung in der Natur.

Der aufrechte Gang des Menschen.

Von Privatdozent Dr. med. et phil. H. Gerhartz,
Bonn.

(Fortsetzung.)

Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule ist der für die Aufrechterstellung wesentlichste Teil des Körpers, weil sie, ein fester Stützapparat bleibend, die notwendig mit der Aufrechterstellung verknüpfte Verlegung des Schwerpunktes besorgen muß und in ihrer Gestaltung zudem außer von den rein mechanisch bedingten Einflüssen der veränderten Beanspruchung von ihrer Umgebung in weitem Umfange bestimmt wird. Das erste Erfordernis für die Erfüllung dieser Aufgabe ist *Biegunsmöglichkeit*, die bei den meisten Tieren schon durch die Zerlegung in kleine Abschnitte und Einfügung von gelatinösknorpeligen Zwischenwirbelscheiben gewährleistet ist.

Für die Beurteilung der Rolle, welche diese einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule für ihre funktionellen Leistungen spielen, ist von besonderer Wichtigkeit die Trennung des untersten Endabschnittes der Wirbelsäule von dem übrigen kopfwärts davon gelegenen Wirbelsäulenteile.

Der *Sakralteil der Wirbelsäule* ist der früher entwickelte und aufgebaut auf zwei primären Kreuzbeinwirbeln, die mit dem Beckengürtel in Verbindung treten und kaudalwärts eine frühe Angliederung einiger Schwanzwirbel erfahren (Fig. 12). Die vier ersten Kreuzbeinwirbel verknöchern schon im 3.—5. Fötalmonat, und erst vom 2.—3. Lebensjahr verschmelzen die Knochenkerne, vom 18.—25. Jahr erst die Zwischenwirbelscheiben. Also erst dann, wenn der aufrechte Gang lange Zeit eingewirkt hat, ist ein massives Kreuzbein erzielt¹⁾.

Daraus folgt, daß es zur Aufrechtstellung nicht notwendig ist, daß das Kreuzbein eine einheitliche, solide, feste Knochenmasse ist, sondern daß die in jungen Jahren bereits vorhandene Fixierung einzelner Teilstücke schon genügt.

Aus der Phylogenese lassen sich hauptsächlich parallele Beziehungen zwischen Kreuzbein und Hintergliedmaßen ablesen. Bei schwanzlosen Lurchen, bei Echsen und Krokodilen sind beide entsprechend gut ausgebildet, bei Schleichen, Echsen, Schleichlurchen und Schlangen treten beide zurück; bei den Vögeln, Menschenaffen und beim Menschen sind beide am besten ausgebildet²⁾. Die hintere Extremität findet sich nun vorwiegend dort verstärkt, wo sie, wie bei der Aufrechtstellung, Hauptstütze wird. Die erwähnte Parallele ist also verständlich und geeignet, die Zweckmäßigkeit der Ausbildung eines kräftigen und fest fixierten Kreuzbeins zu erhärten.

Die Eigenschaft des vorderen Abschnittes der Vierfüßerwirbelsäule, sich verschiedenen Belastungsrichtungen durch entsprechende Ausbiegung anzupassen, ist bis vor kurzem noch übersehen worden.

H. v. Meyer³⁾ z. B. nimmt an, daß die bogenförmige Krümmung der Wirbelsäule der Vierfüßer auch dann erhalten bleibt, wenn der Vierfüßerkörper aufrecht gestellt wird. Der Rumpf bleibt dann, schreibt er, in sich unverändert; die Wirbelsäule behält ihre bogenförmige Gestalt bei, der Rücken seine gleichmäßige Wölbung.

Noch heute herrscht im großen und ganzen die Anschauung vor, die *Neugebauer*⁴⁾ wiedergibt, wenn er schreibt: Wir wissen, daß die normalen Vertikalbelastungskrümmungen, *Bouviere* Flexionskrümmungen des Rückgrats, sich erst

dann, wenn das Kind sich im Sitzen aufrecht zu halten, wenn es zu gehen beginnt, ausbilden, daß diese Krümmungen sich erst gegen das 7. Jahr hin fixieren und bis in das höhere Alter, wo sie infolge seniler Muskelschwäche und Knochenatrophie, von dem sogenannten Senkrücken, einer arkuären Totalkyphose des nach vorn gebeugten Rückgrats, verdrängt werden, stationär bleiben usw., oder wenn er sagt: „Der plastische Einfluß der andauernden Körperbelastung, Rumpfhaltung, der Beschäftigung usw. wird vielfach nicht genügend berücksichtigt.“ Noch *Bayer*, der letzte, der zu unserem Problem ausführlich Stellung genommen hat (l. c. S. 129), sieht die vor der Aufrechtstellung des Kindes auftretenden Wirbelsäulenkrümmungen als inkonstant an. Wohl trete vorübergehend, gibt er zu, bei den Streckbewegungen des Säuglings eine Lendenwirbelsäulenbiegung auf, sie komme jedoch nicht vor der Zeit der ersten Steh- und Gehversuche zu dauernder Ausbildung. „Dann entstehe auch hier eine ventralwärts gerichtete Lordose, mit dem Scheitel im vierten Lumbalwirbel. Diese Konvexität des Lendenabschnitts bedinge ihrerseits eine kompensatorische Konkavität der Brustwirbelsäule, welche ihr Gegengewicht wieder in der früh angelegten Lordose des Zervikalteiles finde. So nehme die Wirbelsäule eine S-förmige Biegung an, die sich im ausgewachsenen Zustande erhalte und die bei zunehmender Belastung, daher auch schon im Stehen, eine Steigerung erfahre . . .“ *Bayer* sieht in der S-Krümmung des menschlichen Rückenstabes lediglich eine Folge des aufrechten Ganges. Wahrscheinlich werde sie zunächst durch freiwillige Muskelaktion hervorgebracht, um später als habituelle Eigenschaft unter dem Einfluß der Schwere und der Bänderspannung beibehalten zu werden.

Solchen Auffassungen kann ich mich nach meinen Beobachtungen am aufrecht gestellten Vierfüßer nicht anschließen. Wird ein Vierfüßer in diese Stellung gebracht (Fig. 13, 14 und 15), so bemüht er sich ebenso wie der aufrecht gestellte Mensch, den Schwerpunkt, der nach meinen Messungen weit vorn liegt, zurückzuverlegen, um ihn über die Unterstützungsfläche zu bringen. Dazu ist es aber notwendig, den oberen Teil der Brustwirbelsäule durch Biegung des unteren und mittleren Teiles der Lendenwirbelsäule nach hinten zu bringen. Das ist nur möglich bei biegsamer Wirbelsäule und genügend kräftiger Ausbildung der Rückenstreckmuskeln.

Natürlich ist bei der gewöhnlichen Vierfüßerstellung die dem Menschen eigentümliche Lendenkrümmung nicht ausgebildet. Sie entsteht erst beim Hochtragen des Rumpfes. Daß die Halbaffen und auch noch der Schimpanse, der sonst ihm z. B. nach dem Ausfall der Komplementierungsmethode ähnlichste Orang-Utan und auch der Gorilla Schwierigkeiten bei der Verlegung des Schwerpunktes nach hinten haben, die der dem Menschen am fernsten und dem Orang-

¹⁾ *Lambertz*, Die Entwicklung des menschl. Knochengestüßes währ. des fötal. Lebens. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., H. 1.

²⁾ *Th. Eimer*, Vergleichend anatom.-physiol. Untersuchungen über d. Skelett der Wirbeltiere. Die Entstehung der Arten. 3. Teil. Leipzig 1901, S. 13.

³⁾ *H. v. Meyer*, Die Statik u. Mechanik des menschl. Knochengestüßes. 1873.

Derselbe, Das menschl. Knochengestüß verglichen mit demjenigen der Vierfüßler. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1891, S. 301.

H. Bayer, Entwickl.-Gesch. u. Anat. d. weibl. Genitalapparates. Straßburg 1908, S. 110.

⁴⁾ *F. L. Neugebauer*, Zur Entwickl.-Gesch. d. spondylolisthetischen Beckens u. seiner Diagnose. Halle u. Dorpat 1882.

Utan in der biologischen Verwandtschaft nachstehende, aber am häufigsten und besten aufrecht gehende Gibbon weniger kennt, beruht nicht auf dem Fehlen einer für die Rückbiegung der Wirbelsäule von allen Autoren als notwendig vorausgesetzten, vorn konkaven Lendenwirbelsäulenkrümmung. Das ist durch andere Schwierigkeiten, den Schwerpunkt leicht nach hinten zu verlegen, verursacht, mit denen es z. B. zusammenhängt,

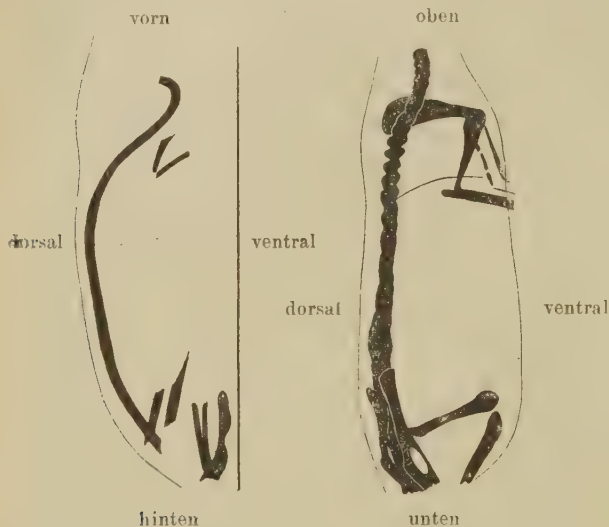


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 13. Meerschweinchen; Wirbelsäulenbiegung bei der Vierfüßerstellung. Nach einem Röntgenbild.

Fig. 14. Meerschweinchen, hängend; Skizze der Wirbelsäule. Nach einem Röntgenbild.

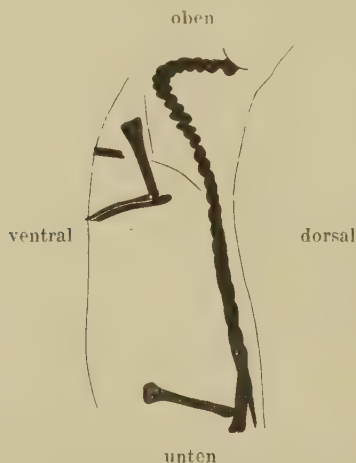


Fig. 15. Meerschweinchen, aufrecht gestellt. Skizze der Wirbelsäule. Nach einem Röntgenbild.

daß der Schimpanse beim aufrechten Gehen seine langen schweren Arme nach hinten über den Kopf zu bringen pflegt, um dem Vornüberfallen des Schwerpunktes entgegenzuarbeiten. Man kann sich wohl vorstellen, daß die große Last des Vorderkörpers eine besonders starke Entwicklung der Halswirbeldornfortsätze des Affen und damit eine hier wieder ins Gewicht fallende Erschwerung der Halsbiegung nach sich gezogen hat. Weitere

Hindernisse für eine Rückbiegung des Oberkörpers dürften auch in der Einschränkung der Beweglichkeit zwischen Atlas und Epistropheus, dem ersten und zweiten Halswirbel, liegen. Der Affe kann ferner nicht wie der Mensch die Oberschenkel energisch strecken, womit immerhin ein die Lendenlordose begünstigendes Moment fällt. Berücksichtigung verdient auch, daß der kurze Hebelarm der Halsmuskeln der Anthropoiden, die Schwere des hier weiter als beim Menschen vorreichenden Kopfes, der Arme und des oberen Brustteiles, die Minderentwicklung der Rückgratstrecker, die nicht nur, wie beim Menschen, nur die Aufgabe haben, den Schwerpunkt zu verlegen, sondern ihn auch beizubehalten, der Rückverlagerung des Oberkörpers Schwierigkeiten bereiten, zumal bei den Anthropoiden die Wirbel inniger verbunden sind als beim Menschen. Trotzdem aber liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß die von H. v. Meyer und seinen Anhängern in den Vordergrund geschobenen Einflüsse bei der Aufnahme der Aufrechtstellung seitens der Quadrupeden eine wesentliche Rolle gespielt haben. Läßt es sich doch für weit weniger angepasste Tiere als die Affen es sind, z. B. für den Hund, das Meerschweinchen, zeigen, daß die Modulationsfähigkeit der Wirbelsäule über den für die Aufrechtstellung benötigten Grad noch hinausgeht. Es erübrigt sich deshalb jede weitere Auseinandersetzung über die Einführung der federnden Gegenspannung der Wirbelsäule und der durch Eingeweidepressung bedingten Bauchmuskelspannung in die Theorie der Mechanik der Aufrechtstellung des Vierfüßers. Weiterhin wird hiermit der *Klaatschen* Auffassung¹⁾, daß die Klettertätigkeit notwendige Vorbedingung für den Übergang zur dauernd aufrechten Haltung sei oder, daß der Entwicklungsgang über das Hangelstadium gehen müsse, der Boden entzogen.

Schon die Tatsache, daß auch eine lange bestehende Lordose beim Menschen durch Veränderung der Beckenneigung leicht ausgeglichen werden kann und keine beachtenswerten Wirbelabänderungen nach sich zieht, überhaupt gewohnheitsmäßige fehlerhafte Haltungen bei ihm keine echten Deformierungen nach sich ziehen, und der Mensch überhaupt bis zum 20. Lebensjahr noch eine recht gerade Wirbelsäule haben kann, hätte verhindern müssen, der Fixation der Wirbelsäule eine zu große Bedeutung zuzumessen.

Haben sich so in der *Biegsamkeit der oberhalb des Kreuzbeins gelegenen Wirbelsäulenteile* und in der *festen Verankerung des untersten Wirbelsäulenabschnittes* die mechanische Möglichkeit der Aufrechtstellung vorbedingende wichtige Momente ergeben, so ist ohne Zweifel auch die jeweilige Abgrenzung der beiden funktionell so verschiedenen Abschnitte der Wirbelsäule nicht ohne Einfluß.

¹⁾ H. Klaatsch, Vortr. i. d. Berl. anthrop. Ges. am 15. Mai 1909 u. a. a. O.

Bei den Amphibien und Reptilien wird das Becken von einem Kreuzbeinwirbel getragen; hier ist wenig zu tragen. Steigen die Ansprüche an die Tragfähigkeit des Kreuzbeins, so muß die Zahl der Kreuzwirbel wachsen; es müssen entweder mehr Wirbel miteinander verknöchern oder durch Bänder verbunden werden.

Beim erwachsenen Menschen treten der 25.¹⁾ bis 29. Wirbel zum Kreuzbein zusammen (Fig. 12), indem der anfänglich präsakrale 25. Wirbel²⁾ sich an das ursprüngliche Sakrum anschließt und mit seinen Kostalfortsätzen sich an der Bildung der Facies auricularis, der ohrförmigen Gelenkfläche des Kreuzbeines, beteiligt, ferner der vormalige 30. und 31. Wirbel aus Kreuzbeinwirbeln zum Steißbein werden.

Diese Verhältnisse bedingen eine Variabilität in den Beziehungen der Lendenwirbelsäule zum Kreuzbein, die für die Ausbildung der normalen Lendenbiegung von Bedeutung ist.

Normalerweise wird, wie erwähnt, der 24. Wirbel Lendenwirbel, der 25. erster Kreuzbeinwirbel. Diese Abgrenzung bedingt unter sonst gleichen Umständen eine normale Krümmung der menschlichen Wirbelsäule. Mitunter aber tritt der 24. Wirbel in das Sakrum ein oder der 25. Wirbel nimmt lumbalen Charakter an. Geringe Abweichungen nach der einen oder anderen Seite bewirken, wie *M. Boehm*³⁾ an den Wirbelsäulen von *Dwight* in Boston gezeigt hat, eine Abflachung der Lendenwirbelsäulenkrümmung. *Die Bedingungen für eine beste Ausgestaltung der für die Schwerpunktsverlegung wünschenswerten optimalen Wirbelsäulenkrümmung sind also abhängig von der Lage der Abgrenzung des präsakralen und sakralen Wirbelsäulenteiles.*

Es sind auch phylogenetische Anhaltspunkte dafür vorhanden, daß der Aufrechststellung eine Vermehrung der sakralen Wirbel an und für sich Vorschub leistet, so daß man in der Verringerung der Zahl der Lendenwirbel, in der Aufnahme des 24. Wirbels in das Kreuzbein, also in einer nach oben gerichteten Verschiebung des Beckens, eine progressive Entwicklungstendenz, die Übergänge zum zukünftigen Menschentypus gesehen hat (*Rosenberg*).

Bemerkenswert ist für diesen Punkt, daß bei den Vögeln bis zu 18 Wirbel knöchern verschmolzen sind. Beim Gibbon folgen den 13 Brustwirbeln 5 Lendenwirbel, so daß der 26. Wirbel den 1. Kreuzbeinwirbel darstellt. Beim Schimpansen

¹⁾ Bei ungefähr 92 %.

²⁾ *Rosenberg*, Über die Entwickl. d. Wirbels. usw. des Menschen. Morph. Jb. Bd. 1, S. 83, und Bd. 27, S. 1.

E. Falk, Über die Form u. Entwickl.-Gesch. des knöchernen Beckens. Arch. f. Gyn. Bd. 64, S. 324.

Derselbe, Die Entwickl. u. Form des fötalen Beckens. Berlin 1908.

Derselbe, Zum Umformungsprozeß der Wirbelsäule während der fötalen Entwickl. Verh. d. Berl. med. Ges. Bd. 38, S. 427—437, 1908.

³⁾ *M. Boehm*, Über die Form der Wirbelsäule. Verh. d. Berl. med. Ges. Bd. 40, S. 463—473, 1910.

und Gorilla sind nicht 25, sondern 24 Wirbel vor dem Kreuzbein vorhanden (13 Brustwirbel und 4 Lendenwirbel). Nach *Keith*¹⁾ ist der 1. Kreuzbeinwirbel der

	23.	24.	25.	26.	27.
	Wirbel				
	%	%	%	%	%
Mensch	—	3	92	5	—
Gibbon	—	—	15,2	78	6,8
Schimpanse	2,6	19,7	55,2	22,3	—
Gorilla	7,4	37	55,6	—	—
Orang-Utan	5,4	77	17,5	—	—

Die Folgeerscheinung der Aufnahme des letzten Lendenwirbels in das Kreuzbein ist nun die Ausbildung einer besonderen Beckenform, des symmetrisch hohen Assimilationsbeckens (Fig. 16), das

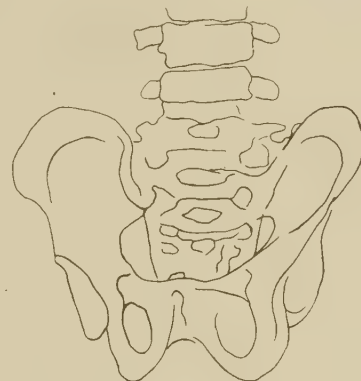


Fig. 16. Symmetrisch hohes Assimilationsbecken.

bisweilen als Anomalie beim Menschen beobachtet wird, und das charakterisiert ist durch sein langes Kreuzbein, eine breite Kreuzbeinbasis, große Conjugata vera superior (Fig. 19), hohen Stand der Kreuzbeinbasis über der Beckeneingangsebene und relative Größe des Kreuzbeinteils gegenüber dem Beckenteil des Darmbeins (*Breus* und *Kolisko, Falk*).

Ähnlich einem solchen hohen Assimilationsbecken steht beim Anthropoidenbecken (Fig. 17) das Kreuzbein tief zwischen den Darmbeinschaukeln, das Promontorium, der Vorsprung an der Grenze zwischen Lenden- und Kreuzbeinteil der Wirbelsäule, fehlt, der untere Beckenabschnitt ist weiter als der obere.

Es ergibt sich also ungezwungen aus den vorstehenden Ausführungen eine *Rückwirkung der Kreuzbeingestaltung nicht nur auf die Wirbelsäule, sondern auch auf das Becken, damit aber auch auf die Mechanik der Aufrechststellung.*

Die experimentelle Durchführung der Aufrechststellung ergibt nach meinen Erfahrungen

¹⁾ *A. Keith*, The Extent to which the Posterior Segments of the Body have been transmuted and suppressed in the Evolution of Man and Allied Primates. Journ. Anat. a. Physiol. London, Vol. 37, p. 18, 1903.

für das Kreuzbein eine Verkürzung, keine Breitenänderung. Ferner wird das Kreuzbein infolge der Rückdrehung des untersten Lendenwirbelsäulenteiles weiter dorsal verlagert.

Die am Kreuzbein sich zeigende Folgeerscheinung der Aufrechtstellung ist also hier wieder derjenigen, die die Aufrechtstellung begünstigt, nämlich der Erhöhung des Kreuzbeines, entgegengesetzt gerichtet.

Wie steht es nun mit den anthropologischen Befunden?

Klaatsch¹⁾, der hauptsächlich zu der Vorgesichte der Wirbelsäule Stellung genommen hat, findet die Wirbelkörper von Australiern und Negern verhältnismäßig schwach entwickelt, besonders in der Lendenregion, den Wirbelkanal bei den Australiern verhältnismäßig weit, ferner die Fortsatzbildungen gegenüber denen der europäischen Skelette abgeändert, den Epistropheus-

zer, ferner aber ihre Processus costarii stärker ventralhin abgebogen werden. Leider fehlt ausreichendes vorgeschichtliches Material.

Zweifelloos sind alle Unterschiede, die zwischen dem rezenten Menschen und seinen Vorstufen und überhaupt zwischen ihm und den höheren Wirbeltieren im Wirbelsäulenbau bestehen, keine prinzipiellen, solche, welche die Aufrechtstellung hindern können. Die aufrechte Haltung der Wirbelsäule ist aber da wesentlich erleichtert, wo die numerische Variation an der Lenden-Kreuzbeinwirbelsäulengrenze die Rückbiegung der Wirbelsäule im Sinne der Erzeugung einer Lendenlordose begünstigt, wo die Wirbelsäule im vorderen Abschnitt genügende Biegsamkeit besitzt, wo keine Einrichtungen vorhanden sind, welche, wie z. B. feste knöcherne Verbindungen zwischen den Dornfortsätzen¹⁾, Aneinanderstoßen der hinteren Spangen der Wirbelbögen, Gegenstoßen der unteren

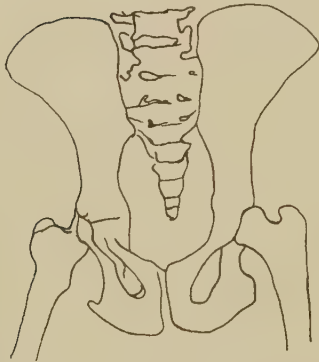


Fig. 17. Becken eines jugendlichen Schimpansen (nach Bayer).



Fig. 18. Becken eines Hundes.

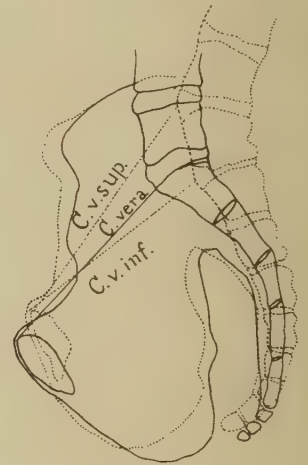


Fig. 19. Becken des Neugeborenen (.....) und des Erwachsenen (—). Nach Bayer.

zahn relativ klein und unterhalb der Spitze weniger verdickt als beim Europäer, das Kreuzbein sehr schmal. „Die Erklärung für die inferiore Beschaffenheit der Australierwirbelsäule,“ sagt Klaatsch hierzu, „kann keine andere sein, als daß an derselben die sekundäre Einwirkung der aufrechten Körperhaltung sich weniger stark geltend gemacht hat als bei anderen Rassen. Die jetzigen Reste der australischen Urbevölkerung bieten uns also Zustände dar, welche der tierischen Vorfahrenform unseres Geschlechts näher stehen als irgendeine andere Rasse.“

Weshalb eine Kleinheit der Wirbel inferior sein soll, usw., wird leider nicht weiter erklärt. Das Experiment lehrt im Gegenteil, daß durch die Aufrechtstellung die Lendenwirbelkörper kür-

Gelenk- und Dornfortsätze, hemmend wirken, ferner wo die Rückenstreckmuskulatur genügend kräftig ist, die schwere Last des vorderen Körperabschnittes hoch und über die Unterstützungsfläche zu heben. Daraus ergibt sich, daß bei den Vierfüßern, welche die aufrechte Stellung angenommen haben, wie z. B. bei einigen Vögeln (Pinguinen, Steißeßfüßvögel, Eistaucher), die Muskelleistung eine erheblich größere sein muß, als beim Menschen, wo der vordere Schädelteil stark reduziert ist, die Wirbelsäule am Schädel zentral, statt, wie bei den Vierfüßern, dorsal angreift²⁾, also das Schädelgewicht vor dem Hinterhauptloch liegt und deshalb der Verlegung des

¹⁾ Ungespaltene Dornfortsätze finden sich noch oft bei niederen Rassen.

²⁾ S. auch J. Ranke, Über die aufrechte Körperhaltung der menschenähnlichen Affen u. über die Abhängigkeit der aufrechten Körperhaltung des Menschen vom Gehirn. Corr.-Bl. d. d. Ges. f. Anthrop. 1894, Nr. 10.

¹⁾ H. Klaatsch, Über die Variationen am Skelette der jetzigen Menschheit in ihrer Bedeutung für die Probleme der Abstammung und Rassengliederung. Corr.-Bl. d. d. Ges. f. Anthrop., Ethnol. u. Urgesch. 33. Jg., 1902, S. 133—152.

Schädelschwerpunktes Schwierigkeiten macht. Alle Momente, welche die Aufnahme der dauernd aufrechten Stellung hier erschweren, z. B. schwache Muskulatur, sind lediglich solche, die durch fortgesetzte Übung ausgeglichen werden können, wie ja auch eine stärkere Ausbildung der Halswirbeldornfortsätze bei denjenigen Anthropoiden sich zu finden pflegt, bei denen die Halsmuskeln einen schweren Schädel zu bewegen haben.

Ferner passen sich, wie das aus meinen Versuchen hervorgeht, die Wirbel dem aufrechten Gang durch Veränderung der Wirbelform an, indem schon bei einem einige Zeit aufrecht gestellten Hunde nachweisbar wird, daß die ventrale Fläche der Lendenwirbel sich stärker abflacht bei den Übungen der lendenlordotischen Biegung und diese letztere die kaudale Kante vor der kranialen stärker vortreten läßt.

(Schluß folgt.)

Zur Polydaktylie in einem südarabischen Herrschergeschlecht.

Von Dr. Erich Ebstein,

Oberarzt an der medizinischen Klinik in Leipzig.

Nachdem ich vor drei Jahren auf die Polydaktylie in der Familie *Bilfinger*¹⁾ und im Anschluß daran an einige berühmte Polydaktyle aus der Weltgeschichte hingewiesen hatte, wurde ich kurz darauf auf eine „Sechsfingerdynastie“ aufmerksam, wie sie *Heinr. von Maltzan*²⁾ genannt hat.

Es gab nämlich damals — 1872 — in Südarabien, nicht weit von Aden, etwa drei bis vier Tagereisen in nordöstlicher Richtung, ein Herrschergeschlecht, dessen Mitglieder alle mehr oder weniger polydaktyl waren. Es betraf die Dynastie der *Fodli* oder *Ozmani*, welche den nach ihr benannten mittelgroßen südarabischen Staat vor etwa 150 Jahren gegründet, standhaft durch Eroberungen vermehrt und damals zu einer Blüte und Kraft gebracht hatte, die man sonst bei südarabischen Staaten umsonst sucht. Diese Familie ist ohne Zweifel aus Südarabien, und zwar aus himyarischer Rasse hervorgegangen. Sie sind schwarz wie alle anderen Südarabier himyarischer Abstammung; ihre Gesichter sind klein, schmal länglich. Ihr Bartmangel ist beinahe absolut. Allerdings besitzen sie den „Vorzug“, wie ihn die Araber nennen, zwölf Finger und zwölf Zehen zu haben. *Maltzan* hat sich seinerzeit durch eigene Anschauung davon überzeugt.

¹⁾ *Erich Ebstein*, in R. Sommers Klinik für psychische und nervöse Krankheiten Bd. 8 (Heft 1), 1913, S. 1—9.

²⁾ *H. v. Maltzan*, Die Sechsfingerdynastie. Westermanns Monatshefte Bd. 32 (1872), S. 514—518; derselbe, Reise nach Südarabien. Braunschweig 1873, und *Wiles and Munzinger*, Account of an excursion into the Interior of Southern Arabia. Journal of the Royal Geograph. Society Bd. 45 (1871), S. 210—245.

Während er nämlich in Aden war, so erzählt er, fand sich daselbst der Fodlisultan mit seinen Brüdern und Kindern ein. Der Sultan selbst besaß 24 Glieder, sowie alle seine Brüder und seine Kinder. Im Hofe lief eine kleine zwölf-fingerige Prinzessin herum, schwarz, mit ausdrucksvollen Feueraugen.

An Statur sind übrigens alle Mitglieder des Stammes sonst klein und häßlich. Die Kinder des Fodlisultans sind wirklich vollkommen hexadaktyl an Fingern und Zehen. *Maltzan* hat es selbst gesehen. Die rechten Geschwister desselben sind es auch; die Stiefgeschwister dagegen, die Neffen und Vettern des Herrschers, sollen jene Stammesmerkmale nicht mehr in ihrer ganzen Vollkommenheit aufweisen. Einer, so erzählte man *Maltzan*, habe zwar zwölf Finger, aber nur zehn Zehen; bei einem anderen sei dieses Verhältnis umgekehrt; bei einem dritten fänden sich gar nur an einer Hand sechs Finger und an einem Fuß (dem der sechsfingerigen Hand entgegengesetzten) sechs Zehen und sonst normale Gliedmaßen. Dies letztere wurde als die häufigste Übergangsstufe bezeichnet. Dagegen gibt es eine Seitendynastie, deren Mitglieder nur entfernte Vettern des Sultans sind, die jene Mißbildung nicht besitzen. Dies kann *Maltzan* gleichfalls bezeugen, denn er hat den Sultan von Maar, den Feuerrichter von Abian, welcher dieser Seitenlinie angehört, persönlich kennen gelernt. Was aber den mittleren Prinzenzweig betrifft, dessen Sechsfingertum ein fragmentarisches sein soll, so kann *Maltzan* in bezug auf ihn nicht als Augenzeuge reden, gesteht jedoch offen, daß ihn die Sache sehr wahrscheinlich dünkt, und zwar aus folgendem Grunde: Die Gemahlin des Sultans soll, so wurde behauptet, stets eine rechte Cousine desselben, und zwar erzeugt aus solenner, ebenbürtiger Ehe eines Oheims mit einer Prinzessin sein. Sie wird also wohl dieselben körperlichen Eigentümlichkeiten ihr eigen nennen wie der regierende Herrscher, ihr Gemahl.

Bei den entfernteren Verwandten des Sultans dagegen ist eine solche Exklusivität in der Ehe nicht mehr aufrechtzuerhalten. Wenn sie auch Prinzessinnen heiraten, so werden sie doch nur äußerst selten solche finden, welche die Stammesmerkmale in ihrer Vollständigkeit aufweisen, aus dem einfachen Grunde, weil es derselben stets sehr wenige gibt. Sie werden also andere Frauen ehelichen, das reine sog. „blaue Blut“ wird mit demjenigen gewöhnlicher Menschenkinder vermischt werden und so die Natur allmählich wieder zu ihrer Normalität zurückkehren. Ein Mitglied des Stammes, selbst hexadaktyl, und ein rechter Bruder des Sultans, der Prinz Hassan Fodli, war, wie es scheint, im Gegensatz zu den übrigen Genossen nicht stolz auf sein Stammeszeichen. Denn er war schon vor einigen Jahren — ehe *Maltzan* ihn sah — nach Aden gekommen und hatte sich dort von einem englischen Chirurgen die überflüssigen Anhängsel amputieren

lassen. Seine Kinder waren, da er selbst eine Sechsfingerige zur Frau hatte, auch wieder vollkommen hexadaktyl an allen Extremitäten.

Solche Selbstverstümmelung galt freilich für eine arge Ketzerei. Indes da gerade dieser Prinz einer der tapfersten der Dynastie ist, so vergab man ihm doch mit der Zeit. Doch viel schöner als die seinige operierte Hand war allerdings auch nicht die seines Bruders, des Sultans. Denn dieser sechste Finger erreichte kaum die Hälfte der Länge des kleinen Fingers und steht „abortiv und kraftlos zur Seite“.

Wenn auch in anderen Reisebeschreibungen über Arabien¹⁾ dieser Sechsfingerdynastie in Südarabien keine Erwähnung geschieht, so ist an dem durch Augenschein erhärteten Bericht, den ich gekürzt mit *Maltzans* eigenen Worten — der kein Arzt war — wiedergegeben habe, so viel Interessantes und Wahres, daß er es verdient, wieder der Vergessenheit entrissen zu werden.

Es bestand also hier bei dieser südarabischen Dynastie eine sicher familiär vererbte Polydaktylie, die an Bedeutung die zuerst von *Potton* beschriebene sog. endemische Polydaktylie im Dorfe Izeaux bei Grenoble²⁾ bei weitem übertrifft.

Besprechungen.

Ziehen, Th., Die Grundlagen der Psychologie (Wissenschaft und Hypothese Bd. 20). 2 Bände. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1915. VI, 259 S. und VI, 304 S. Preis pro Band geh. M. 4,40, geb. M. 5,—.

Das Ziel des Ziehens Buches ist eine *erkenntnistheoretische Grundlegung* der wissenschaftlichen Psychologie. Die Voraussetzungen, die Methode der Psychologie, ihr Verhältnis zu anderen Wissenschaften werden behandelt unter dem Gesichtspunkt dieser Aufgabe: der Psychologie ihren Ort und ihre Bestimmung im Zusammenhang der menschlichen Erkenntnis eindeutig zuzuweisen.

Ziehen selbst ist bekanntlich von Haus aus Psychiater. Sein Interesse galt der Psychologie, aber er näherte sich der Psychologie wesentlich von der naturwissenschaftlichen, der medizinischen Seite her. Daneben aber stand bei ihm von Anfang an ein ausgeprägtes erkenntnistheoretisches Interesse, das ihn zugleich zu einem scharf umrissenen erkenntnistheoretischen Standpunkt führte. Vor einer längeren Reihe von Jahren hat er diesen Standpunkt in seiner „psychophysiologischen Erkenntnistheorie“ (2. Aufl. 1908), neuerdings sehr viel ausführlicher und tiefergehend in dem umfangreichen Werk „Erkenntnistheorie auf psychophysiologischer und physikalischer Grundlage“ (Jena 1913), zu der sich dann noch die Abhandlung „Zum gegenwärtigen Stand der Erkenntnistheorie“ (Wiesbaden 1914) gesellte, vertreten und begründet. Sein Standpunkt ist am nächsten der Immanenzphilosophie der *Kauffmann*, *Schubert-Soldern* usw. verwandt, er vertritt also einen Positivismus, nach dem alle Wissen-

schaft, alles Denken von dem unmittelbar im Bewußtsein „Gegebenen“, den „*Gignomenen*“, wie *Ziehen* dafür sagt, um die Mehrdeutigkeit der Ausdrücke „Bewußtseinsinhalt“, „Phänomen“, „Gegebenheit“ zu vermeiden, auszugehen hat, und daß die einzige Aufgabe der Wissenschaft darin besteht, diese *Gignomene* zu klassifizieren und zu unterscheiden und ferner sie unter Gesetze zu bringen, d. h. in ihrer funktionellen Abhängigkeit voneinander festzulegen. In dem eben erwähnten Hauptwerk hat *Ziehen* diesen Standpunkt und die spezielle Form, die er seiner Lehre gibt, sehr eingehend begründet, ihn auch unter weitgehender Kenntnis und Berücksichtigung der Literatur anderen Standpunkten gegenüber kritisch abzugrenzen und zu behaupten versucht. Allerdings ist diese kritische und vergleichende Berücksichtigung der Literatur, so dankenswert und lehrreich sie ist, doch nicht immer sehr fruchtbar geworden, sie ist zu sehr eine Kritik, die *Ziehen* von seinem Standpunkt aus übt, eine Kritik zum Zweck der Widerlegung, weniger zum Zweck des Verständnisses des fremden Standpunkts. Am fruchtbarsten wird sie daher dort, wo sich *Ziehen* mit ihm innerlich doch verwandten Systemen (*Avenarius*, auch *Rehmke*) auseinandersetzt.

Der erkenntnistheoretische Standpunkt der Bewußtseinsimmanenz und die naturwissenschaftliche, d. h. assoziationspsychologische und psychophysiologische Tendenz seiner Psychologie geben auch dem vorliegenden Buch *Ziehens* sein Gepräge, es stellt sich speziell die Aufgabe, seine Auffassung der Psychologie von seinen erkenntnistheoretischen Prinzipien aus zu begründen. Gegebener Ausgangspunkt aller Erkenntnis ist nur der Fluß der wechselnden „*Gignomene*“, innerhalb oder außerhalb dessen es keine „Seele“ oder kein bleibendes und beharrendes „Ich“ als irgendwie erfassbaren Gegenstand gibt, so wenig wie wir anderseits jenseits dieser *Gignomene* eine besondere Welt von materiellen „Dingen“ anzunehmen ein Recht haben. Der Gegensatz des Physischen und Psychischen, des Materiellen und Seelischen (oder der Begriff des Psychischen im engeren Sinne — wir können natürlich auch die *Gignomene*, die Bewußtseinsinhalte selbst als „psychisch“ bezeichnen, nur daß dann der Begriff des „Physischen“ als eines Nicht-Psychischen ein sinnleeres Wort, ein Unbegriff wird) entsteht für uns erst, indem wir die *Gignomene* auf ihren gesetzmäßigen Zusammenhang untereinander untersuchen. Diese Untersuchung nämlich führt uns bei genauerer Betrachtung auf eine doppelte Gesetzmäßigkeit, die *Ziehen* als Kausal- und Parallelgesetzmäßigkeit unterscheidet, und von hier aus zur Unterscheidung zweier Bestandteile in jedem einzelnen *Gignomen*. Einmal verändert sich jedes *Gignomen*, von dem ich weiß, in bestimmter gesetzmäßiger Weise einseitig (d. h. ohne Gegenwirkung) abhängig von gewissen Veränderungen desjenigen *Gignomenkomplexes*, den ich mein Nervensystem nenne (Parallelgesetzmäßigkeit), und zweitens besteht zwischen gleichzeitig existierenden *Gignomenen* eine wechselseitige Abhängigkeit, die in ihrer Wirksamkeit durch zwischen den betreffenden *Gignomenen* verlaufende raumzeitliche Prozesse vermittelt wird (Kausalgesetzmäßigkeit), endlich zeigt sich, daß die parallelesetzliche Veränderung der *Gignomene* in bestimmten Fällen (sinnliche Empfindung) in Verbindung steht mit einer kausalgesetzlichen Wechselwirkung zwischen dem *Gignomen* „Nervensystem“ und dem *Gignomen*, davon ihm parallelgesetzlich abhängig ist (Reizwirkung). Erst die Betrachtung der unmittelbaren Gegebenheiten unter diesem doppelten Gesichtspunkt, in dieser dop-

¹⁾ Vgl. *J. R. Wellstedt*, Reisen in Arabien, deutsch von *E. Rüdiger*. 2 Bde. Halle 1842. (Bd. II, S. 306 und 316 werden die Fudhli erwähnt.)

²⁾ Vgl. *R. Sommers* und *meine* Nachforschungen in Sommers Klinik für psychische und nervöse Krankheiten Bd. 5, Heft 4 und Bd. 6, Heft 4.

pelten funktionellen Abhängigkeit führt zu der Aufstellung wirklich exakter bestimmter Gesetze, wie sie die Wissenschaft erstrebt, zu einem gesetzmäßigen Zusammenhang der Gignomene; zugleich führt sie zu der Zerlegung jedes Gignomens in 2 Bestandteile: das Gignomen, sofern es in kausalgesetzlicher Form wirkt und Wirkungen empfängt, der unter diesem Gesichtspunkt ausgeschiedene Bestandteil („Reduktionsbestandteil“) gehört zur physischen Welt, der übrigbleibende parallelgesetzliche (genauer „passiv-parallelgesetzliche“ im Gegensatz zu dem aktiv-parallelgesetzlichen Nervensystem) Faktor ist das im eigentlichen Sinne „Psychische“. Was „physisch“, was „psychisch“ ist, ergibt sich also erst im Verlauf der wissenschaftlichen Forschung, schon für die naive vorwissenschaftliche Betrachtung erweist sich die Größe und Form des Gesehenen zum Teil als psychisch, d. h. von der Stellung und Entfernung unseres Körpers, unserer Augen usw. abhängig, eine viel spätere Entdeckung zeigt, daß auch die Farbe des Gesehenen, der Toncharakter des Gehörten, daß Wärme und Kälte in dem bezeichneten Sinn als „psychisch“ anzusprechen sind. Die Aufgabe der „Psychologie“ nun ist es, das Psychische als solches, also die Gignomene, sofern sie parallelgesetzlich abhängig sind, unter Abspaltung des „physischen“ Reduktionsbestandteils, zu beschreiben und in ihrem Auftreten aus den Parallelgesetzen heraus — deren strenge Formulierung zumeist freilich noch eine Aufgabe der Zukunft ist — zu erklären.

Aus dieser Umschreibung seines Standpunktes ergibt sich zunächst die Stellung *Ziehens* zu den üblichen Leib-Seeletheorien. Materialismus, Idealismus, Dualismus als Wechselwirkungslehre und als psychologischer Parallelismus begehen, *wenn* man sie als metaphysische Theorien nimmt, im Grunde alle denselben Fehler: sie nehmen zunächst Physisches und Psychisches als verschiedene *Dinge*, um dann entweder diese Verschiedenheit einfach als Tatsache bestehen zu lassen oder den Dualismus nachträglich in einen Monismus umzudeuten — während es sich in Wahrheit primär nicht um eine Verschiedenheit von Gegenständen, sondern von *Gesetzen* handelt, um eine Zweifelt gesetzmäßiger Beziehungen, die eine doppelte Betrachtungsweise und abstrahierende Zerlegung der *an sich einheitlichen* „Gegenstände“, d. h. Gignomene, bedingt („Binomismus“). Sieht man von dem metaphysischen Charakter der Theorien ab, so kommt *Ziehen* in der praktischen Konsequenz seiner Auffassung überein mit einem psychophysiologischen Parallelismus, der die Bewußtseinsphänomene als bloße Begleiterscheinungen von Gehirnvorgängen betrachtet, alle *Gesetzmäßigkeit* im seelischen Leben also als physiologische, bzw. psychophysische Gesetzmäßigkeit faßt. Er selbst spricht das auch klar aus: Durch die direkte Beobachtung der psychischen Tatsachen kommen wir zwar zu einigen groben, approximativen Gesetzmäßigkeiten, als welche *Ziehen* die üblichen Assoziationsgesetze oder die Aufmerksamkeitsgesetze namhaft macht, aber nur auf dem Wege über die Psychophysiologie kommen wir zu einer Gesetzmäßigkeit des seelischen Lebens, „die ebenso exakt ist, wie die Kausalgesetzlichkeit der Naturwissenschaften“. Es ist indessen zu beachten, daß diese exakte und ausnahmslose Parallelgesetzlichkeit, d. h. die durchgängige physiologische Bedingtheit des Seelenlebens von *Ziehen* eigentlich nicht in seiner Erkenntnistheorie als notwendige Annahme bewiesen, sondern im Grunde *vorausgesetzt* wird; ebenso wie auf der andern Seite z. B. seine Erkenntnistheorie in der Kausalgesetzlichkeit, also in der Physik, die Möglichkeit von Fernkräften

a limine ausschließt. Im Anschluß hieran wäre ganz allgemein die Frage zu stellen: ob denn überhaupt Kausal- und Parallelgesetzlichkeit so scharf zu scheiden sind, wie es *Ziehen* tut, ob sie zum mindesten vom vorwissenschaftlichen Bewußtsein so scharf geschieden werden, dem doch der Unterschied zwischen Seelischem und Körperlichem, der nach *Ziehen* auf den Unterschied der Gesetzmäßigkeiten zurückgehen soll, durchaus selbstverständlich und geläufig ist? Endlich: ist das „körperliche Ding“, von dem wir als naive Menschen behaupten, daß es auch ungesehen fortexistiert, wirklich identisch mit einem, nur durch abstrahierende Betrachtung herausanalysierbaren *Teilinhalt* eines Gignomens, nämlich dem Teilinhalt, der von anderen Teilinhalten von Gignomenen kausalgesetzlich abhängt? Läßt sich überhaupt das Gignomen in dieser Weise in zwei Teile zerlegen? Ich glaube, daß hier ein Fehler der Ziehenschen Erkenntnistheorie steckt. Auch ich meine, daß erst durch den gesetzmäßigen Zusammenhang der Gignomene, z. B. der verschiedenen Dingerscheinungen, das „Physische“, d. h. das bleibende und beharrende, nämlich von der einzelnen Dingerscheinung unabhängige „Ding“ entsteht, dem nun eben das „Psychische“, d. h. die Dingerscheinung, als solche, gegenübertritt, daß aber die Scheidung zwischen Parallel- und Kausalgesetzen erst etwas zeitlich und *logisch* Späteres sein kann, das sich auf die Unterscheidung von „Ding“ und „Erscheinung des Dinges“ aufbaut. Näher auf diese erkenntnistheoretische Streitfrage einzugehen, verbietet an dieser Stelle der Raum.

Die Gesamtheit der Gignomene teilt nun *Ziehen* in die zwei Gruppen der „Empfindungs-“ und „Vorstellungsgignomene“ ein. Jede Vorstellung ist das Abbild einer vorausgegangenen Empfindung bzw. das Ergebnis einer Verbindung mehrerer Empfindungen, von der Empfindung selbst nur durch den Mangel sinnlicher Lebhaftigkeit unterschieden (welcher Unterschied jedoch von *Ziehen* als ein prinzipieller, nicht nur gradueller Unterschied gefaßt wird). Alle weiteren Bewußtseinsinhalte intellektueller und emotioneller Art werden von *Ziehen* auf Empfindungen und Vorstellungen als die einzigen selbständigen Grundfaktoren des seelischen Lebens, ihre Gesetzmäßigkeit auf die Gesetzmäßigkeit des Empfindungs- und Vorstellungsablaufs zurückgeführt. Die einzelne Empfindung hinterläßt zunächst eine ihr entsprechende Vorstellung (Erinnerungsbild), genauer der die Empfindung als Parallelphänomen bedingende Gehirnvorgang ist Bedingung für die Entstehung verwandter Gehirnprozesse, denen die betreffenden Vorstellungen parallel gehen, die Vorstellungen sind ebenso physiologisch abhängig wie die Empfindungen: „Der kausal-bestimmte Weg des im Gehirn ablaufenden Erregungsprozesses bestimmt die Auswahl der in Verknüpfung tretenden Vorstellungen, der Inhalt und die Bedeutung der Verknüpfungen hängt von den spezifischen Parallelwirkungen (der Gehirnprozesse) ab.“ „Begriffe“ und „Urteile“ sind nichts anderes als modifizierte Vorstellungen; sie entstehen als psychische Gebilde aus den Erinnerungsbildern durch „Synthese“, „Isolation“ (Abstraktion, abstrahierendes Herausheben und Akzentuieren bestimmter Teilmomente) und „Komparation“ (Bewußtwerdung der Relationen in beziehender Vergleichung). Dieselben Prozesse, die die Vorstellungs- und Begriffsbildung bedingen, beherrschen auch die Urteilsbildung, das Urteil ist nichts anderes als eine „Verknüpfung abgeschlossener Vorstellungen“ in einer bestimmten Sukzession. Die Bildung dieser psychischen Gebilde höherer Ordnung im Vor-

stellungsleben wird von *Ziehen* ausführlich und scharfsinnig entwickelt, aber doch in etwas stark schematischer Form.

Ein Hauptmangel dieser ganzen psychologischen Urteilstheorie scheint mir darin zu liegen, daß eine wichtige Tatsache des psychischen Lebens fast gar nicht zu ihrem Recht kommt, die sonst gerade in den psychologischen, „phänomenologischen“ und erkenntnistheoretischen Untersuchungen der Gegenwart eine besondere Rolle spielt: die Tatsache der „Intention“, des „Meinens“ und Repräsentierens. Schon jedes Erinnerungsbild unterscheidet sich von der entsprechenden Empfindung nicht nur durch die mangelnde, sinnliche Lebhaftigkeit, sondern auch dadurch, daß es sich für unser Bewußtsein meinent auf einen vergangenen Empfindungsinhalt bezieht. In dieser Tatsache gründet die eigentümliche sukzessive Einheit des Bewußtseinslebens, das Band der gewissen Identität, das Vergangenheit, Zukunft und Gegenwart „derselben“ Bewußtseinslebens miteinander verbindet — es gibt gegenwärtige Bewußtseinserlebnisse, die uns vergangene oder zukünftige Erlebnisse „vergegenwärtigen“ —, diese Einheit, die doch der Vorstellung eines psychophysischen Parallelismus eine unzweifelhafte Schwierigkeit entgegensetzt, insofern ihr im kontinuierlichen Ablauf des physischen Geschehens nichts Entsprechendes an die Seite gestellt werden kann. Sie gibt erst der Frage nach der „Wahrheit“ unserer Vorstellungen — ihrer Übereinstimmung mit dem durch sie Gemeinten — einen Sinn, sie ermöglicht auch ein gewisses Hinausgehen über den schlechthin oder unmittelbar gegebenen Bewußtseinsinhalt, ein „Wissen um“ vergangene, zukünftige, auch „fremde“ Erlebnisse. Es ist nun eine nicht a priori, sondern nur durch die Tatsachen selbst zu beantwortende Frage, wie weit sich dieses meinende Wissen um, dieses intendierende Hinausgehen über das unmittelbar Gegebene erstreckt, im besonderen ob es ein meinendes Erfassen von Gegenständen vielleicht gibt, die nicht „Gignomene“ im Ziehen Sinn sind, ob auch Empfindungen vielleicht etwas meinen für unser Bewußtsein, das jenseits der Empfindung selbst liegt oder ob es nur Empfindungen meinende Vorstellungen gibt. Man sieht, wir kommen hier auf Möglichkeiten, durch die der prinzipielle erkenntnistheoretische Ausgangspunkt *Ziehens* in Frage gestellt wird. In der Sache würde ich mich dabei weitgehend auf *Ziehens* Seite stellen, aber mir scheint seine Position nicht gegen jeden Angriff gesichert. Endlich sind eine Reihe moderner psychologischer Theorien, von *Brentanos* Lehre von der mentalen Inexistenz bis zu *Husserls* Akten, wesentlich aus dem Bestreben heraus zu verstehen, die Intention gleichsam zur psychischen Grundtatsache, zum Auszeichnenden des Psychischen zu machen, eine Tendenz, der doch beim Verständnis und bei der kritischen Stellungnahme gegenüber diesen Theorien Rechnung getragen werden muß.

Die Gefühle endlich werden von *Ziehen* als Eigenschaften der Empfindungen und Vorstellungen betrachtet (Theorie der „Gefühlstöne“), die unser seelisches Leben durchdringenden Stimmungen und Affekte durch „Irradiation“, durch Ausstrahlung der an einfache Empfindungen sich knüpfenden Gefühlstöne erklärt. So werden die Gefühle zwar nicht in Empfindungen aufgelöst, aber es gilt doch auch in bezug auf die emotionale Seite des Seelenlebens, daß die Empfindungen die „einzige Grundlage im genetischen Aufbau der psychischen Prozesse sind“. Die Willensvorgänge endlich werden ganz als gefühlsbetonte Vorstellungskomplexe gefaßt (das „Willenserlebnis“ besteht in

nichts anderem als in der relativ lustbetonten dominierenden, kausal wirksamen Vorstellung eines zukünftigen Erlebnisses).

Der Hauptwert des *Ziehens* Buches liegt meiner Meinung nach in den erkenntnistheoretischen Ausführungen. Soweit psychologische Einzelprobleme herangezogen werden, werden sie etwas begrifflich-schematisch behandelt, so daß man auch kein sicheres Urteil darüber bekommt, wie weit die Methode, die *Ziehen* verfolgt, sich diesen Einzelproblemen gegenüber durchführen läßt und sich wirklich fruchtbar erweisen wird. Mit der Erkenntnistheorie *Ziehens* wird sich die Philosophie eingehender beschäftigen und auseinandersetzen müssen, als es bisher meist geschehen ist.

v. Aster, München.

Külpe, Oswald, Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Sechste verbesserte Auflage. (Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen. 41. Bändchen.) Leipzig und Berlin, B. G. Teubner. Preis M. 1,25.

Dieses Büchlein ist eine der besten literarischen Gaben des vor kurzem allzu früh dahingeshiedenen Münchener Philosophen. Es zeigt alle die besten Eigenschaften seines Wesens, die jeder an ihm hochschätzen mußte und die so sehr in seiner ganzen Persönlichkeit wurzelten, vor allem den gediegenen Ernst, die strenge Sachlichkeit der Forschung und Untersuchung, die Vorsicht und oft allzugroße Bescheidenheit des Urteils, die Verbindung von Schlichtheit und Klarheit auch in der Darstellung. Ja, diese Eigenschaften treten hier noch stärker als anderswo zutage, weil es der Gegenstand noch mehr erforderte: die Untersuchung und kritische Darstellung geistiger Strömungen der eigenen Zeit, der unmittelbaren Gegenwart. Der Versuch, die eigene Zeit ebenso objektiv zu behandeln wie irgendeine entfernt liegende Epoche der geschichtlichen Vergangenheit, ist ja immer eine der schwierigsten Aufgaben; er ist doppelt schwierig bei Fragen der Weltanschauung, in die das subjektive Element am leichtesten sich eindrängt, und dreifach schwierig, wenn, wie es in der Gegenwart der Fall ist, die Zeitlage so viel Unsicherheit, Unklarheit und Schwanken zeigt.

Das alles wird man billig berücksichtigen müssen, wenn man auch bei *Külpe* oft genug zum Widerspruch sich veranlaßt findet, wenn man schon der Begrenzung, der Auswahl und Anordnung des Stoffes nicht überall zustimmen kann, noch mehr aber gegen die Art der Würdigung und Beurteilung im einzelnen vielfach kritische Einwände erheben muß. Man sieht bei alledem auch sofort, daß der eigene Standpunkt *Külpes* ungeachtet alles Strebens nach Objektivität, naturgemäß sich überall geltend macht: es ist der eines besonnenen kritischen Realismus, könnte man sagen, der dem Positivismus und Naturalismus unserer Zeit, aber ebenso auch der neu-idealistischen Strömung sich verwandt fühlt, der die herrschende Tendenz der Vergangenheit, daß alle Philosophie mit den empirischen Einzelwissenschaften, insbesondere den Naturwissenschaften, in engster Fühlung bleiben müsse, sich ebenfalls zu eigen gemacht hat, aber doch auch schon die neue, darüber hinaus führende Tendenz deutlich spürt und als verheißungsvoll begrüßt: „Dem tatsächlichen Einzelwissen und die Wirklichkeit verehrenden Zeitalter beginnt ein anderes zu folgen, das tiefsten Gründen nachspürt und letzten Möglichkeiten nachsinnt. Man will nicht nur wissen, sondern auch verstehen, nicht

nur mit Vorderansichten sich begnügen, sondern auch das Wesen der Erscheinungen erfassen, nicht nur in äußerem Wohlstande blühen, wachsen und gedeihen, sondern auch an Einsichten und Ideen, an Tugend und Weisheit zunehmen.“

Jedenfalls aber ist es nun auch durch diesen eigenen Standpunkt bedingt, daß *Külpe* in der Philosophie der Gegenwart vier Richtungen unterscheidet: den Positivismus, den Materialismus, den Naturalismus und den Idealismus. Alle diese vier Richtungen stehen unter dem bestimmenden Einfluß, den die mächtige Entwicklung der Einzelwissenschaften, insbesondere derjenigen von der Natur, auf das Denken des 19. Jahrhunderts ausgeübt hat. Auch der Idealismus steht unter diesem Einfluß, wenigstens der, den *Külpe* unter diesem Namen begreift und mit dem Positivismus, Materialismus, Naturalismus in Parallele stellt — jenen anderen Idealismus, der von dieser engen Gebundenheit sich frei weiß, behandelt *Külpe* mehr anhangsweise in einem besonderen Abschnitt. Jene vier Hauptrichtungen aber wollen mit den Einzelwissenschaften für das gleiche Ziel der Erkenntnis arbeiten und sie ergänzen, vor allem durch eine sie begründende und verstehende Erkenntnistheorie und Logik, durch eine sie ausbauende und vollendende Metaphysik und durch neue Untersuchungen, die im Geiste und mit den Methoden der Einzelwissenschaften betrieben und durchgeführt werden. Der Materialismus, Naturalismus und Positivismus wollen dabei reine Wirklichkeitsphilosophie sein und verhalten sich ablehnend gegen jede Art von Metaphysik, während der Idealismus zwar ebenfalls eng an das „Wirkliche“ sich anschließen sucht, aber doch auf eine Deutung und Wertbestimmung desselben nicht verzichtet und auch eine Metaphysik mit der nötigen Behutsamkeit zuläßt. Der Materialismus und der Naturalismus verstehen dabei unter der Wirklichkeit die Naturwirklichkeit, die sinnliche, mit den Sinnen erfassbare Welt, während der Positivismus sich von dieser einseitigen Anerkennung und Berücksichtigung der Naturwissenschaft und der äußeren Erfahrung fern hält und *alle* Erfahrung und Einzelwissenschaft zugrunde legt.

Als Hauptvertreter des Positivismus behandelt *Külpe* eingehender *Ernst Mach* und *Eugen Dühring*, in demselben Sinne als typischen Vertreter des Materialismus *Ernst Haeckel*, den er mit der herbsten Kritik bedenkt, als Vertreter des Naturalismus sodann neben *Stirner* und *Feuerbach* vor allem *Nietzsche*, und endlich nennt er als Hauptvertreter des Idealismus *Fechner*, *Lotze*, *Eduard von Hartmann* und *Wundt*. Eine eingehende, allgemeine Kritik des Idealismus leitet sodann hinüber zu dem letzten Abschnitt, in dem unter dem etwas farblosen Titel „Neueste Erscheinungen“ solche Philosophen der Gegenwart kurz behandelt werden, die, wie *Eucken*, *Windelband*, *Herm. Cohen*, *Husserl* überwiegend eine idealistische Tendenz verfolgen, wenn auch die einen mehr in positivistischer Begrenzung, die anderen mehr in Übereinstimmung mit der sogenannten spekulativen Richtung der klassischen deutschen Philosophie.

In seinen Schlussbemerkungen versucht *Külpe* auch in aller Kürze die zukünftige Entwicklung der Philosophie zu bestimmen und meint dabei, daß wir, durch das kritische Fegefeuer geläutert und auf die Grundlage der modernen Einzelwissenschaften gestützt, wohl wieder eintreten dürften in ein goldenes Zeitalter der Ideen. Einstweilen gelte es, aus dem „pathologischen Zwischenzustande“ einer philosophischen Anarchie her-

auszukommen. Wie das zu machen, dafür weiß er freilich keinen anderen Rat als den, das zentrale philosophische Problem der letzten Dezennien noch einmal zu durchdenken. „Auf der Schwelle der Philosophie der Zukunft,“ sagt er, „steht das Problem der Realität.“
M. Kronenberg, Berlin.

Technische Mitteilungen.

Trinkwasserversorgung im Felde. Ein mächtig Stück unserer Heeresorganisation ist die Nahrungsmittelzufuhr für unsere Armeen und die Trinkwasserversorgung der Truppen im Felde. In diesen letztgenannten Zweig führt uns ein vor kurzem erschienenes Schriftchen von Dr. *Hambloch* und Dr. *C. Mordziol*, das den Titel führt „Über Trinkwasserversorgung im Felde nebst Vorschlägen über Verwendbarkeit vulkanischer Filtermaterialien“. Nicht allein für militärische Kreise sind diese Ausführungen von großem Interesse, sondern es dürfte von allgemeinem Interesse sein, zu erfahren, worauf sich die *Untersuchung von Trink- und Brauchwässern* erstreckt und wie wir dieselben für die bestimmten Zwecke im gewöhnlichen Leben reinigen.

Die qualitative Analyse befaßt sich zunächst mit der Prüfung des Wassers in physikalischer Hinsicht auf Reaktion, Geschmack, Geruch, Trübung und Färbung; in chemischer Hinsicht auf das Vorhandensein von Chlor, Salpetersäure, salpetriger Säure, Schwefelsäure, schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure, Kohlensäure, Ammoniak, Eisen, Calcium, Magnesium, von organischen Substanzen und von tierischen Auswurf- und Verwesungsstoffen. Die quantitative Bestimmung dieser und anderer eventl. vorhandenen Substanzen, des Abdampf- und des Glührückstandes usw. werden nach den verschiedensten Methoden meist in Spezialwasserlaboratorien ausgeführt und ist die Beschreibung und Ausdehnung derselben sehr verschieden, jedoch leicht in der entsprechenden Literatur auffindbar.

Die Erkenntnis, daß die Ursache der meisten Infektionskrankheiten teils mit Sicherheit, teils mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit niedere Lebewesen sind, hat uns das *Mikroskop* für die Untersuchung des Wassers sehr wertvoll gemacht. Der chemischen und mikroskopischen Wasseranalyse steht die *bakteriologische* helfend zur Seite, die sogar meist an die erste Stelle tritt, wenn die Verbreitung von Krankheitserregern durch das Wasser die Ursache von Epidemien bildet.

Die *Brauchwässer* werden zu *technischen Zwecken* meist nur auf Härte untersucht und der Kalk und die Magnesia durch Behandeln mit Soda und Ätzkali abgeschieden, indem berechnete Mengen genannter Materialien dem Wasser zugeführt werden; das so gereinigte Wasser wird entweder filtriert oder durch Absitzenlassen vom Überstehenden getrennt.

Fürs *Feld* kommt aber vor allem das Trinkwasser in Frage und es werden für die Beurteilung desselben nach der Kriegssanitätsordnung (K.-S.-O.) nur Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure qualitativ, Chlor, organische Substanz und Härte quantitativ bestimmt. Die Enthärtung von Gebrauchswässern für militärische Zwecke erfolgt vielfach durch die Anwendung der Berkefeld- und Permutitfilter. Letzteres Verfahren beruht, um mit den Verfassern des Werk-

chens selbst zu sprechen, darauf, daß „das kalkhaltige Wasser über ein künstliches Aluminatsilikat (Permutit) filtriert wird, wobei die härtebildenden Bestandteile des Wassers gegen die Natronbase des Permutits ausgetauscht werden. Durch Überleiten einer Kochsalzlösung wird die Permutitfähigkeit wieder hergestellt. Das Traßmaterial hat, gerade wie der künstliche Permutit, die Eigenschaft, daß seine Basen in Gestalt von Alkalien und alkalischen Erden gegen andere Basen ausgetauscht werden. Die Fähigkeit dazu verdankt es seinem hauptsächlichsten Wesen als Aluminatsilikat.“

Die verschiedenen Reinigungsmethoden durch Abkochen (Enthärtung und Entkeimung), durch Ozonisierung und Bestrahlung (Keimtötung) und durch chemische Zusätze sind in Kürze in dem Schriftchen erwähnt und die verschiedenen Arten der Filterung zur Befreiung von organischer Substanz eingehend beschrieben worden. Die Sandfiltration ist die älteste und einfachste Art, führt aber nicht in jedem Falle, zumal im Kleinbetrieb, zum Erfolg. Der Sand beteiligt sich (nach Gärtner) an der Filtration nur insofern, „als er schleimbildenden Organismen des Wassers für ihre Ansiedelung eine geeignete Unterlage gewährt, an deren schleimigen Hüllen die feinen Suspensionen des durchsickernden Wassers hängen bleiben. Daher ist die Reinigung des filtrierenden Wassers eine vorwiegend physikalisch-biologische und erstreckt sich hauptsächlich auf die Beseitigung der das Wasser trübenden Suspensionen und die Verringerung der Mikrobenezahl, während der Gehalt an gelösten Mineralsalzen unverändert bleibt.“

Der Gedanke, diese Filterung durch Zwischenlagen aus anderen Materialien zu verbessern, ist schon älteren Datums; die Zuführung von kolloidalen Niederschlägen erhöht die Filtrierfähigkeit, verlangsamt aber die Durchflußgeschwindigkeit oft bedeutend.

Der Anwendung vulkanischer Massen als Filtermaterial und besonders des in dem Werkchen beschriebenen *Vulkanits*, dürfte eine gute Zukunft beschieden sein, zumal das Material infolge des Vorhandenseins großer Mengen in der Erdrinde eine wirkliche Verbilligung und damit weitere Anwendung erfahren dürfte. Die Anordnung der Anlage, welche entkeimende Wirkung zugleich mit Enthärtung verbindet, verdient besondere Beachtung. Die Versuche, ein Gemisch von Braunkohle und Torf, *Humin* genannt, zur Wassersterilisation zu verwenden, seien hier ebenfalls vermerkt¹⁾.

Die Schlußsätze der Autoren geben wohl Anregung zu mancherlei Studien und weiteren Versuchen, welche nicht nur für militärische Zwecke von großer praktischer Bedeutung sein werden.

W.

Die technische Verwendung der Flußsäure ist in den Vereinigten Staaten viel mannigfaltiger als in Europa. Als solche bei uns unbekannten Verwendungsarten führt K. F. Stahl an: 1. Das Reinigen von Gußstücken und Stahlröhren. Hierzu benutzt man entweder Flußsäure allein oder ein Gemisch mit Schwefelsäure, gewöhnlich eine Verdünnung von 1 Teil 30-prozentiger Flußsäure mit 4 bis 40 Teilen Wasser. Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, ist schwache

Säure vorzuziehen. Während andere Säuren die Sandkörner auf der Oberfläche der Gußstücke nur lockern, indem sie das Metall darunter wegessen, löst die Flußsäure sie unmittelbar auf und macht die Oberfläche reiner. Ein weiterer Vorteil bei Verwendung der Flußsäure besteht darin, daß sie nicht in die Gußstücke eindringt, was Schwefel- und Salpetersäure tun. Daher entstehen nach deren Verwendung oft auf den Gußstücken Auswüchse, selbst wenn sie sorgfältig abgewaschen und getrocknet werden. Die Gußstücke werden zum Zwecke der Reinigung in kleine Holzbottiche gebracht, deren Wände durchlöchert sind, und mit diesen werden sie in die Säure eingetaucht, die sich in einem großen Holzbottich befindet. Auf diese Weise fällt der an den Gußstücken anhaftende Sand auf den Boden der kleinen Bottiche und kann mit diesen aus dem Säurebade wieder herausgehoben werden, so daß Säure gespart wird. Des weiteren wird Flußsäure verwendet, um die Stahlröhren, die zur Umhüllung von elektrischen Leitungen dienen, zu reinigen. Diese enthalten auf ihrer inneren Seite oft Flecken von Schlacke, die das Durchziehen der Drähte verhindern. Um sie zu entfernen, dient am besten ein Gemisch von Flußsäure und Schwefelsäure. 2. Das Glattmachen der Schnittflächen von Glas. Während man bei uns Schnittflächen durch Polieren mit Eisen- oder Zinnoxid glatt macht, geschieht dies in den amerikanischen Fabriken schon seit 2 Jahrzehnten durch Ätzen mit starker Flußsäure. Hierdurch bekommen die Glasgeräte einen feineren Glanz und schärfere Kanten. Wenn es sich um Hohlgefäße handelt, an denen nur die Außenseite Politur erhalten soll, so werden sie durch einen Holzstopfen mittels Paraffin oder Wachs wasserdicht verschlossen. Andere Teile der Oberfläche, die nicht von der Säure berührt werden sollen, werden durch die gleichen Stoffe oder durch Asphalt geschützt. Dagegen wird die zu ätzende Fläche vorher mit Soda gereinigt. Das Ätzen geschieht in einer Mischung von 1 Teil Schwefelsäure von 66° Bé mit 3 Teilen 60-prozentiger Flußsäure, die in einem Bleigefäß zubereitet wird. Dabei läßt man die von der Mischung aufsteigenden Dämpfe durch einen Ventilator absaugen und die Arbeiter sich durch Gummischürzen und Gummihandschuhe schützen. Die Gefäße werden $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute lang in die Mischung eingetaucht und darauf in Wasser abgespült. Das Eintauchen wird in der Regel dreimal vorgenommen. 3. Reinigen von Gebäuden in Industriebezirken. Die durch die Ausströmungen der Fabrikschornsteine in Industriegegenden schmutzig gewordenen Gebäude lassen sich mittels Flußsäure billiger und bequemer reinigen, als auf irgendeine andere Weise. Man nimmt hierzu 15-prozentige Säure. Die Oberfläche der Gebäude wird zunächst angefeuchtet und dann mit der Säure gebürstet unter Benutzung von Gummihandschuhen. Nach 1 oder 2 Minuten wird dann mit harter Bürste und Wasser nachgebürstet. In Pittsburgh hat man auf diese Weise seit 15 Jahren nicht nur die Gebäude, sondern auch Denkmäler auf den Kirchhöfen gereinigt, die danach wieder wie neu aussahen. 4. Reinigen der Dächer von Treibhäusern. Die Dächer von Treibhäusern werden oft mit weißer Farbe angestrichen, um die Pflanzen gegen allzu große Sonnenstrahlung zu schützen. Hier- von lassen sie sich durch Flußsäure sehr bequem reinigen. (*Journ. of Ind. and Eng. Chem.* 7, 756, 1915.)

M.

1) S. Münchener Klinische Wochenschrift (feld- arztl. Beilage). Mitteilungen von Dr. M. Strell.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 41.

13. Oktober 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Albert Neisser †. Von *Prof. Dr. Carl Bruck, Altona.* S. 609.

Der aufrechte Gang des Menschen. Von *Privatdozent Dr. H. Gerhartz, Bonn.* (Schluß.) S. 613.

Besprechungen:

Michels, W., und C. Przibylla, Die Kalirohsalze, ihre Gewinnung und Verarbeitung. Von *K. Kubierschky.* S. 618.

Herz, W., Grundzüge der Geschichte der Chemie, Richtlinien einer Entwicklungsgeschichte der allgemeinen Ansichten in der Chemie. Von *R. J. Meyer.* S. 619.

Sheppard, S. E., Lehrbuch der Photochemie. Von *Alfred Coehn.* S. 619.

Doelter, C., Die Farbe der Mineralien, insbesondere der Edelsteine. Von *H. E. Boeke.* S. 620.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 7. S. 621.

Geographische Zeitschrift, 1916, H. 7. S. 621.

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, 1916, Jg. 44, H. 7 u. 8. S. 621.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 13 u. 14. S. 622.

Archiv für Elektrotechnik, 1916, Bd. 4, H. 9. S. 623.

Zeitschrift für Elektrochemie, 1916, Bd. 22, H. 11/12, 15/16 u. 17/18. S. 623.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 47, H. 8, 9, 10 und 11. S. 624.



Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Demnächst erscheint:

Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung

Vorschläge und Forderungen für Ärzte, Juristen und Soziologen

Von

Professor Dr. **Albert Neisser**

Geh. Medizinalrat, Direktor der Kgl. Univ.-Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten Breslau

Mit einem Bildnis in Heliogravüre

Preis M. 8.—

Beiträge zur Pathologie und Therapie der Syphilis

Unter Mitwirkung hervorragender Fachgelehrter

herausgegeben von

Dr. **Albert Neisser**

Geheimer Medizinalrat, o. ö. Professor an der Universität Breslau

1911. Preis M. 22.—; in Halbleder gebunden M. 24.—

Die experimentelle Syphilisforschung

nach ihrem gegenwärtigen Stande

Von

Dr. **Albert Neisser**

Geheimer Medizinalrat, o. ö. Professor an der Universität Breslau

1906. Preis M. 2.40

Syphilis und Salvarsan

Nach einem auf dem internationalen medizinischen Kongress
im August 1913 gehaltenen Referat

Von

Dr. **Albert Neisser**

Geheimer Medizinalrat, o. ö. Professor an der Universität Breslau

1913. Preis M. 1.20

Die experimentelle Chemotherapie der Spirilloosen

(Syphilis, Rückfallfieber, Hühnerspirillose, Frambösie)

Von

Paul Ehrlich und **S. Hata**

Mit Beiträgen von

H. J. Nichols-New-York, J. Iversen-St. Petersburg, Bitter-Kairo und Dreyer-Kairo

Mit 27 Textfiguren und 5 Tafeln

1910. Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 7.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

13. Oktober 1916.

Heft 41.

Albert Neisser †.

Von Prof. Dr. Carl Bruck, Altona.

Als *Albert Neisser*, der Führer der deutschen Dermatologie, noch 14 Tage vor seinem Tode mit mir die Ausstellung für soziale Fürsorge in Brüssel besichtigte, als er mit altgewohntem Interesse Anordnungen für die Sonderausstellung der deutschen Gesellschaft zur Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten traf, und als er mir nach längerer Zeit der Trennung seine Arbeitspläne für die nächsten Jahre entwickelte, da hat weder er noch ich geahnt, daß diese klugen und guten Augen, die noch so freudig in die Zukunft blickten, sich bald für immer schließen würden. Sein großer Optimismus und sein noch größerer Schaffensdrang sind ihm zum Verhängnis geworden. Sie ließen ihn die schon lange in ihm schlummernde Krankheit nicht genügend werten, bis sie unerbittlich und rasch diesem reichen Leben ein Ziel setzte.

Nachdem ihm vor wenigen Jahren seine Lebensgefährtin vorausgegangen war, die ihn bis zur Selbstaufopferung gehegt und gepflegt hatte und die von jeher seine geistige Stütze und Förderin gewesen war, da sucht der einsam gewordene Mann in unerhörter Arbeitsleistung Betäubung und der kränkliche, durch schweren Unfall geschwächte Körper widerstand nicht länger der gesteigerten Anforderung.

Einfach, groß und gut ist Albert Neisser bis zu seinem letzten Atemzuge geblieben, und nur ganz wenige, die ihm in schweren Stunden nahe getreten sind, haben ihn wirklich gekannt, haben gewußt, welch einfaches, vertrauendes Kindergemüt, welche innige Herzensgüte sich in diesem anscheinend so selbstbewußten und oft bis zur Brutalität starken Manne verbarg. Einfachheit, bedingungslose Wahrheitsliebe und grenzenloser Fleiß, gepaart mit einer seltenen Geistesschärfe waren die Grundzüge seines Wesens. In ihnen liegt das Geheimnis seiner großen Erfolge. Selten hat ein Mensch sich so gut selbst erkannt wie er, sein rührender Idealismus und Optimismus beeinträchtigten wohl zuweilen seine Objektivität der Welt und Menschen gegenüber, aber sich selbst kannte er, kannte seinen Wert und seine Schwäche und nie gewann er inniger die Herzen seiner Freunde, als wenn er in seiner großen Bescheidenheit sich selbst zu kennzeichnen suchte.

Neisser war ein Lebenskünstler großen Stils. Von Jugend auf frei von allen materiellen Sorgen und Einschränkungen galt ihm alles Gute und Schöne als der reinste Genuß. Die Musik ging ihm über alles. Wie er selbst musterhaft die

Tasten beherrschte, wie er als Vorsitzender des Orchestervereins für das Musikleben seiner Heimatstadt maßgebend, war es für ihn die herrlichste Befriedigung, wenn er in der kurzen Ruhezeit, die er sich gönnte, nach Dresden, Berlin oder Bayreuth eilen und dort neue musikalische Freuden und Anregungen in sich aufnehmen konnte. Zum Genuß und Verständnis der bildenden Künste war er seit langem von seiner hochsinnigen Gattin angeregt worden und bald war das Neisser'sche Heim eine Stätte erlesensten Kunstempfindens und ein Zentrum geistigen Lebens. Neben den großen Männern der Wissenschaft zählten sich Geisteshelden der Literatur und Künste — ich nenne nur *Gerhart Hauptmann*, *Richard Strauß*, *Fritz* und *Erich Erler* — zu Freunden des Neisser'schen Hauses.

Und doch blieb durch diesen Zug ins Große der Grundton seines Wesens stets unberührt. Er, der oft verkannte, der so bedürfnislos für seine eigene Person war, der hart und verschlossen sein konnte, wenn sich Bitten an ihn drängten, die er für unberechtigt und unnötig erachtete, opferte bedingungslos ganze Vermögen, wenn ihm oder seiner Gattin ein junges wissenschaftliches oder künstlerisches Talent als der Förderung wert erschien. Diese Großzügigkeit und Freude an allem Guten und Schönen äußerte sich auch auf anderen Gebieten. Die Schönheit der Natur konnte ihn mächtig anziehen. Ob es die herbe Großartigkeit des Engadin war, das er fast alljährlich aufsuchte, oder die Wälder Ceylons oder die Kratergebiete Javas, die wir zusammen durchstreiften, stets fand er vollsten Genuß und innere Befriedigung.

Für die großen Tagesfragen hatte er reges Interesse. Seine politische Anschauung war ihm heilig, stets ehrte er aber auch die des anderen und konnte ohne jedes Verletzende und Persönliche diskutieren. Nur wo er Unwahrhaftigkeit oder Muckertum witterte, brauste er auf und urteilte dann vernichtend. Sein Vaterland liebte er über alles und stets gingen ihm die Fragen des Deutschtums besonders nahe. Wie oft konnte ich in der langen Zeit unseres Zusammenarbeitens im Auslande beobachten, wie er die Auslandsdeutschen immer wieder aufzurütteln verstand, sich als Deutsche zu fühlen und wie auch hier bald sein Haus zu einem geistigen Mittelpunkt des Deutschtums wurde.

Was *Neisser* als *Mediziner* geleistet hat, kann nur der beurteilen, der die Entwicklung der Lehre von den Haut- und Geschlechtskrankheiten in den letzten Jahrzehnten kennt. *Neissers* Größe und Schaffensgabe ist nicht leicht zu kennzeichnen.

Er war kein Genie in dem Sinne, daß er etwa wie *Robert Koch* aus dem Nichts heraus einen neuen schöpferischen Gedanken faßte und nun, sich über alles bisher Geläufige hinwegsetzend, nicht rechts noch links blickend, nur den einen Gedanken verfolgte, ihm Formen gab und aus ihm heraus neue Werte schuf. *Neissers* Größe bestand darin, daß er mit genialem Scharfblick und einer immensen Arbeitskraft sich die ihm wertvollen Bausteine suchte und nun wie ein hervorragender Baumeister ganz methodisch, mit peinlicher Sorgfalt und oft übergroßer Selbstkritik sein Gebäude errichtete. Seine Belesenheit und seine Literaturkenntnis waren bei seinen Schülern berühmt, und stets wußte sein scharfer Geist sofort Spreu von Weizen zu sondern. An keiner scheinbar noch so unbedeutenden wissenschaftlichen Entdeckung ging er vorüber, sofort erkannte er ihre etwaige Bedeutung oder etwaige Lücken, suchte er jede neue Tatsache seinem eigenen Ideenkreis anzupassen oder sie für seine eigenen Ziele zu verwerten. Daß die Arbeitsweise eines solchen Forschers nicht leicht war, versteht sich von selbst. Wie oft quälte er sich und seine Mitarbeiter durch seine peinliche Kritik, seine steten Selbsteinwände, seine blitzartigen neuen Anregungen, und doch verstand er es, den Faden nie zu verlieren, der ihn zum Ziele führt. Wenn *Neisser* eine Arbeit abgeschlossen hatte, konnte man sicher sein, daß auch keine Lücke bestand und das Gebäude auf festem Grunde ruhte. Die Ursache dieser eigenartigen Begabung dürfte in seinem Entwicklungsgange liegen, über dem, wie er selbst oft betonte, stets die Glücksgöttin geschwebt hat.

Neisser wurde am 22. Januar 1855 in *Schweidnitz* als Sohn eines Arztes, des Geheimen Sanitätsrats Dr. *Neisser*, geboren und kam schon als Kind nach *Breslau*, dem er aus angestammter Liebe zu seinem Heimatlande *Schlesien* bis zum Tode treu blieb, obwohl er mehrfache ehrenvolle Berufungen, darunter auch nach *Berlin* (1896) erhalten hatte. Hier in *Breslau* verlebte er seine Jugend- und Studienzeit, und gerade die hier erworbenen Anregungen waren für sein ganzes Lebenswerk bestimmend. Hier hatte sich der junge Kreisarzt *Robert Koch* Rat bei dem großen Botaniker *Ferdinand Cohn* geholt, hier arbeiteten *Neissers* Freunde *Karl Weigert* und *Paul Ehrlich*, und hier bereiteten sich die ersten Anfänge jenes beispiellosen Aufschwunges der *Bakteriologie* und *Immunitätslehre* vor, die wenige Jahre später eine neue Ära der Medizin begründeten. Was Wunder, daß der junge, scharfblickende *Neisser* sofort die Bedeutung der Ideen und Arbeiten seiner Freunde erkannte und sich mächtig durch sie angezogen fühlte. Regte sich doch damals schon in dem jungen Dermatologen, der 1877 Assistent von Prof. *Simon* an der *Breslauer Hautklinik* geworden war, das Gefühl, daß die rein klinisch-deskriptive Hebrasche Richtung, die damals, von Wien ausgehend, die Lehre von den Haut- und Geschlechtskrankheiten beherrschte,

einem Stillstand entgegenführe. Hier aber zeigte sich ein neuer Weg, die Anfänge der *Bakteriologie* und ihrer Methoden seinem Gebiete zugänglich zu machen und eine *ätiologische* Forschung zu beginnen. So gelang es ihm denn durch Anwendung der *Koch-Weigertschen* Methoden bereits im Jahre 1879, im Eiter des Trippers „eine der *Gonorrhöe* eigentümliche neue Kokkenform“, den *Erreger der Gonorrhöe*, den *Gonokokkus*, zu entdecken. *Neisser* ging zur weiteren Ausbildung in den modernen Methoden im Jahre 1880 zu *Cohnheim* nach *Leipzig*, habilitierte sich dort und wurde bald darauf, nachdem ein schweres Leiden seinen Lehrer *Simon* früh dahingerafft hatte, in seinem 27. Lebensjahr zum *außerordentlichen Professor für Dermatologie und Leiter der Breslauer Hautklinik* berufen. Die Entdeckung des *Gonokokkus* sicherte ihm damals schon Welt-ruhm, war doch durch diese Entdeckung die Lehre einer der weitestverbreiteten Geschlechtskrankheiten aus einem Jahrhunderte lang dauernden Stadium der Unkenntnis und wüstensten Empirie auf eine wissenschaftliche Basis gestellt. Jetzt erst war es durch den leichten Nachweis des Erregers möglich, eine sichere *Diagnose* zu stellen, diese für Mann und Frau in ihren Folgeerscheinungen gleich gefährliche Erkrankung von anderen harmloseren Affektionen zu sondern und vor allem auch für die Frage der Heilung, der Ehemöglichkeit usw. eine feste Grundlage zu gewinnen. *Neisser* selbst hat natürlich die Wichtigkeit seiner Entdeckung nie verkannt, und wenn heute die wissenschaftliche *Diagnose* der *Gonorrhöe* zum Gemeingut der Ärzte geworden ist, Tausende und Abertausende von Männern vor schwersten Folgen, ebenso viele Frauen vor jahrelangem Siechtum und Übertragung der Erkrankung auf die Nachkommenschaft bewahrt bleiben, so ist dies in erster Linie jener *Neisserschen* Entdeckung zu verdanken.

Neisser arbeitete nun auf der von ihm betretenen Bahn weiter und suchte den *Gonokokkus* im Sinne der *Koch-Ehrlichschen* ätiologischen Methoden zu bekämpfen. Er begründete so, nachdem auch die Züchtung der *Gonokokken* durch *Bumm* geglückt war, die ätiologische Therapie des Trippers, indem er die Wirkung der Heilmittel, insbesondere der *Silbersalze*, auf die *Gonokokken* studierte und bearbeiten ließ. Die *Biologie der Erreger* wurde von Grund aus erforscht, die pathologische Anatomie der *Gonorrhöe* und ihre Beziehung zum *Gonokokkus* geklärt, die Wichtigkeit der Schleimhauttiefenwirkung der Heilmittel festgestellt und auf diese Weise die Behandlung der *Gonorrhöe* mit den *Silber-eiweißverbindungen* begründet, deren bekannteste das von *Neisser* eingeführte *Protargol* sich noch heute der größten Beliebtheit erfreut. Das Interesse für die *Gonorrhöelehre* hat *Neisser* bis zuletzt bewahrt, und als ich im Jahre 1906 in seiner Klinik die Methode der modernen Sero-logie auf die *Gonorrhöe* anwendete und die Be-

handlung der gonorrhoeischen Komplikationen mit *Gonokokkenvaccin* begründete, eine Methode, die heute weitgehende Bedeutung und Verbreitung erlangt hat, verfolgte *Neisser* diese Untersuchungen dauernd mit der größten Aufmerksamkeit und ließ mir viele wertvolle Anregungen zuteil werden.

Bald nach der Entdeckung des Gonokokkus gelang es *Neisser*, auch die ätiologische Bedeutung des *Leprabazillus*, den vor ihm schon der Norweger *Hansen* gesehen hatte, zu beweisen. Auch im Anschluß an diese für die Bekämpfung jener furchtbaren Krankheit bedeutungsvolle Entdeckung arbeitete er über die verschiedenen Leprafragen eifrig weiter, und wenn heute in Deutschland nur wenige Leprakranke im Memeler Leprosorium ihr Leben fristen müssen, im übrigen aber unser Vaterland von dieser Krankheit freigeblichen ist und bleiben wird, so ist dies nicht zuletzt ein Verdienst *Albert Neissers*.

Es ist hier nicht der Ort, auf all das einzugehen, was *Neisser* für die *Lehre von den Hautkrankheiten* geleistet hat. Hunderte von wertvollen Arbeiten aus allen Gebieten stammen aus seiner Feder; sein Lehrbuch im „Schwalbe-Ebstein“ ist mustergültig geworden, das von ihm noch angeregte große dermatologische Sammelwerk wird wohl erst einige Jahre nach seinem Tode erscheinen. Seine beiden dermatologischen Lieblingsgebiete waren der *Lichen ruber* in seinen verschiedenen Erscheinungsformen und vor allem die *Urticaria*, deren Wesen und Entstehungsart er ständig das größte Interesse entgegenbrachte. Stundenlang konnte er über diese Fragen in der anregendsten und geistvollsten Weise diskutieren.

Und doch gab es noch ein Gebiet, das ihm das wichtigste erschien, und das ihn besonders in den letzten Jahrzehnten seines Lebens völlig beherrschte, die *Syphilis*. Schon als einer der ersten hatte er erkannt, in welcher Furchtbarkeit und Ausbreitung diese heimtückischste der Seuchen an unserem Volkskörper fraß, und schon Ende der neunziger Jahre, als die Ätiologie und die Pathogenese der Syphilis noch völlig im Dunkeln lag, suchte *Neisser* mit der ganzen Schärfe seines Geistes an diese Fragen heranzutreten und womöglich durch Heranziehung der Methoden der Serumtherapie, die gerade ihre großen Erfolge feierte, für die Syphilis einen Weg zur Heilung und Schutz vor Ansteckung zu finden. In seiner berühmten Abhandlung „Was haben wir von einer Serumtherapie bei der Syphilis zu erwarten?“ im Archiv für Dermatologie und Syphilis 1897 sind seine damaligen Ideen und Versuche niedergelegt. Es ist vielleicht angebracht, kurz darauf einzugehen, um so mehr, als es bekannt ist, daß *Neisser* im Anschluß an diese Arbeit maßlosen Anfeindungen ausgesetzt war. Es wurde damals ein „Fall *Neisser*“ konstruiert, eine gewisse politische Presse erging sich in den größten Verleumdungen und Anpöbelungen gegen den hochverdienten Forscher und wäre nicht das Abgeordnetenhaus und vor allem der energische damalige Ministerialdirektor

Althoff für *Neisser* eingetreten, so wäre wahrscheinlich durch diese Anwürfe die Menschheit eines ihrer größten Freunde und Wohltäter beraubt worden. *Neisser* selbst hat durch diese Verleumdungen, die ihn noch jahrelang verfolgten, schwer gelitten, und sein feines, sensitives Gemüt wäre sicher zusammengebrochen, wenn ihn nicht seine zahlreichen Freunde und vor allem seine Gattin gehalten hätten. Es wurde nichts weniger behauptet, als daß *Neisser* kleinen Kindern zu Versuchszwecken Syphilisgift eingimpft und ihnen so jene furchtbare Krankheit künstlich beigebracht hätte. Was war der Grund zu jener Verleumdung?

Neisser hatte sich nach den Erfahrungen bei anderen Infektionskrankheiten — Typhus, Diphtherie, Tetanus usw. — gesagt, daß es wahrscheinlich sein müsse, daß im *Blutserum* von Menschen, die Syphilis durchgemacht haben, *Schutz- und Heilstoffe* gegen diese Krankheit auftreten und daß es gelingen müsse, durch Übertragung dieses *Serums* auf gesunde Menschen diese vor der syphilitischen Ansteckung zu *schützen*. Da der Tierversuch damals noch nicht bekannt war, ging *Neisser* nun daran, jugendliche *Prostituierte* mit derartigem Heilserum vorzubehandeln und beobachtete sie dann jahrelang, ob trotzdem eine Anzahl von ihnen durch Ausübung ihres Gewerbes an Syphilis erkrankten. Es zeigte sich, daß die Serumbehandlung nicht vor der späteren Ansteckung schützte. Wir wissen heute durch die experimentelle Syphilisforschung der letzten Jahre, daß die damaligen *Neisserschen* Versuche kein Resultat haben konnten, da die Annahme der Möglichkeit einer *passiven* Immunisierung bei Syphilis irrig war. Wir wissen aber auch, daß jene zu Schutz- und Heilzwecken angestellten Versuche *keinesfalls geschadet haben konnten* und daß jene verleumderischen Stimmen, die wissentlich oder aus Unverständnis aus der *Serumbehandlung* eine *Giftimpfung* und aus den behandelten *Prostituierten* „*unschuldige Kinder*“ machten, einem verdienten Forscher jahrelang das Leben verbitterten.

Trotz aller dieser Enttäuschungen ließ aber *Neisser* nicht von seiner Lieblingsfrage, den Immunitätsverhältnissen bei Syphilis, und nachdem es *Metschnikoff* und *Roux* gelungen war, Syphilis auf Affen zu übertragen, und *Neisser* als einer der ersten in Deutschland diese Versuche bestätigt hatte, hielt es ihn nicht länger in seiner Klinik, wo Untersuchungen an dem kostbaren und empfindlichen Tiermaterial doch nur Stückwerk sein konnten, sondern er ging im Jahre 1904 mit seiner mutigen Gattin nach Java, um *auf eigene Kosten* die Frage der Syphilis an Affen experimentell zu studieren. Zwar gelang es *Neisser* auf dieser ersten Expedition, wichtige klinische Fragen zu bearbeiten, aber im allgemeinen war er doch recht unbefriedigt, da sich erst bei der praktischen Arbeit der ganze enorme Umfang der zu klärenden Fragen und hierzu die

Schwierigkeiten der äußeren Verhältnisse gezeigt hatten. Zudem war es, während Neisser in Java weilte, dem Zoologen Schaudinn gelungen, den Erreger der Syphilis, die *Spirochaeta pallida*, zu entdecken, eine Entdeckung, die Neisser an seinem großen Material bestätigte und deren große Tragweite er sofort erkannte. Er hielt es deswegen für zweckmäßiger, wieder zurückzukehren und die ganze Tätigkeit einer etwaigen neuen Expedition auf eine gründlichere und breitere Basis zu stellen. Neisser kam nach seiner Rückkehr bald in das Kochsche Institut für Infektionskrankheiten in Berlin, und ich erinnere mich noch, wie ich ihm dort eines Morgens die Versuche demonstrieren konnte, die ich damals auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers Wassermann machte und die bezweckten, mittels der modifizierten Methode der Komplementbindung eine Wertbemessung des Meningokokkenserums zu finden und den Nachweis von Tuberkulin und Antituberkulin in tuberkulösen Organen zu führen. Neisser hat damals mit großem Interesse die Blutröhrchen betrachtet, aber verstanden hat er, wie er später selbst sagte, nicht viel davon, und er ahnte noch nicht, welche Bedeutung auch für ihn diese Versuchsanordnung haben sollte. Als aber Wassermann noch am selben Abend gelegentlich der Neisserschen Berichte über seine Syphilisstudien auf die Idee kam, jene Methode auch bei Syphilis zu versuchen, da horchte er auf und war bald Feuer und Flamme dafür. Schon am nächsten Morgen hatten Wassermann, Neisser und ich eine Besprechung, und ich erhielt den Auftrag, die Versuche bei Syphilis anzustellen, zu denen mir Neisser durch seinen damaligen Assistenten Schucht die nötigen Blutseren und die von mir vorgeschlagenen Organextrakte zur Verfügung stellte. Schon nach wenigen Wochen hatten die Untersuchungen Erfolg, und ich konnte Wassermann die von mir ausgearbeitete Versuchsanordnung, die noch heute als *Originalmethode der Wassermannschen Reaktion* maßgebend geblieben ist, vorlegen. Im Jahre 1906 erschien unsere erste Abhandlung über „Eine serodiagnostische Reaktion bei Syphilis“. Wenn auch die Anschauungen, die wir zuerst über das Wesen der Reaktion hatten, sich in der Folgezeit geändert haben, die klinische Brauchbarkeit der Methode blieb bestehen, und es war eine ihrem Wesen nach auch heute noch nicht völlig geklärte Reaktion gefunden, die für das Studium und die Klinik der Syphilis von der größten Bedeutung geworden ist.

Inzwischen war es Neisser gelungen, daß mit Reichsmitteln in großzügiger Weise eine neue Expedition ausgerüstet wurde, und noch im Herbst desselben Jahres gingen Neisser, seine Gattin und ich nach Batavia, wo, gestützt auf die beiden neuen Entdeckungen, den Spirochaetennachweis und die Serodiagnose, die Arbeiten in größtem Umfange wieder aufgenommen wurden. Neisser selbst war unermüdlich in seiner auch durch die Tropensonne nicht geschwächten Arbeitskraft und unerschöpflich

in neuen Ideen und Versuchsanordnungen. Sämtliche klinischen, ätiologischen und serologischen Fragen der Syphilis wurden bearbeitet und zum großen Teil geklärt, Versuche, die in den von Neisser herausgegebenen *Beiträgen zur Pathologie und Therapie der Syphilis*, Berlin, Springer 1911, veröffentlicht wurden.

Einen großen Raum in dem Neisserschen Programm nahmen schon in Batavia die Behandlungsmethoden der Syphilis ein. Nicht nur, daß er das Quecksilber in seinen verschiedensten Formen experimentell prüfen ließ, wobei sich auch im Tierexperiment die Richtigkeit der schon seit langem von ihm empfohlenen sogenannten *chronisch intermittierenden Behandlung* der Syphilis ergab, — er machte auch das Arsen, das ja seit Einführung des Atoxyls begann, eine große Rolle für die Syphilisbehandlung zu spielen, zum Gegenstand ausgedehnter Untersuchungen. In stetem Briefwechsel und Meinungsaustausch mit seinem Freunde Ehrlich wurden hier in Batavia die zahlreichen Arsenpräparate, die die Vorgänger des Salvarsans bildeten, in ihrer Wirkung auf die Affensyphilis geprüft. So förderte Neisser unermüdlich die Geistesarbeit seines großen Freundes, und als Ehrlich endlich auf Grund der jahrelangen methodischen Arbeiten, an denen somit auch Neisser bedeutenden Anteil hat, zum Salvarsan gelangte, da erkannte Neisser sofort die Bedeutung dieses Präparates für die Behandlung der Syphilis, und seiner mit überzeugenden Beweisen vorgetragenen Aufklärungsarbeit ist es in erster Linie zu danken, wenn das Salvarsan heute die Anerkennung gefunden hat, die es unbestreitbar verdient.

So hat Neisser, ehe er die Augen schloß, noch die große Genugtuung gehabt, daß die ihm so am Herzen liegenden Fragen der Syphilis im letzten Jahrzehnt eine nie geahnte Klärung gefunden haben, und daß wir heute mit den stärksten diagnostischen und therapeutischen Waffen der verderblichen Seuche gegenüberstehen.

Nicht nur als Forscher, sondern auch als Arzt war Neisser hervorragend. Sowohl aus ganz Deutschland als auch besonders aus Rußland zog ein ständiger Patientenstrom nach Breslau, der seinen Rat nachsuchte. Neisser war kein sogenannter „glänzender“ Diagnostiker. Für dermatologische Spitzfindigkeiten hatte er kein sonderliches Interesse; er legte immer mehr Gewicht darauf, den Kranken, als seine kranke Haut zu behandeln. Lieber stellte er gar keine Diagnose, als daß er irgendein abnorm seltenes oder kompliziertes Krankheitsbild zu konstruieren versuchte. Wenn er aber etwas diagnostizierte, so konnte man sich darauf verlassen, daß an seinem Ausspruch schwer zu rütteln war. Seinen Kranken war er nicht nur der über eine ungeheuerere therapeutische Erfahrung verfügende Arzt, der alles aufbot, um ihnen zu helfen, sondern auch in den besonders diskreten Fragen seines Faches ein geradezu liebevoller Berater.

Ohne Einschränkung als *genial* muß die Tätigkeit *Neissers* als *Organisator* bezeichnet werden. Seiner nie rastenden Arbeitskraft und Umsicht war es gelungen, die Breslauer Klinik aus kleinsten Anfängen zu ihrer jetzigen Bedeutung zu heben, und wenn heute die Dermatologie und Venerologie, wie schon längst im Auslande, auch bei uns als eines der wichtigsten Spezialfelder anerkannt ist, wenn an fast allen Universitäten Lehrstühle, an denen größere wohleingerichtete Kliniken bestehen, so ist dies in erster Linie der organisatorischen Tätigkeit *Neissers* zu danken, der es verstanden hat, die maßgebenden Kreise immer wieder auf die Bedeutung seines Faches hinzuweisen. So wurde er im Jahre 1907 zum ersten *Ordinarius* für Dermatologie in Deutschland ernannt.

Neisser war Mitherausgeber und nach dem Tode *Picks* erster Schriftleiter der bedeutendsten dermatologischen Zeitschrift, des *Archivs für Dermatologie und Syphilis*, und außerdem Mitarbeiter an zahlreichen anderen Fachblättern.

Wenn die *Deutsche Gesellschaft für Dermatologie* heute eine der angesehensten ärztlichen Vereinigungen ist, so verdankt sie das nicht zuletzt der Tätigkeit ihres langjährigen Generalsekretärs *Neisser*. Die bedeutendsten internationalen medizinischen Vereine ernannten ihn zum *Ehrenmitglied*, und es ist bezeichnend für die lächerliche und kindische Geistesverwirrung der Franzosen, wenn die französische Gesellschaft für Dermatologie einen Mann wie *Neisser* neben ihren anderen deutschen und österreichisch-ungarischen Ehrenmitgliedern während des Krieges von ihrer Liste gestrichen hat. Der Verstorbene hatte dafür nur ein verachtungsvolles Kopfschütteln.

In den letzten Jahrzehnten seines Lebens widmete er seinen ganzen Feuereifer und seine ganze Organisationsgabe den sozialen Fragen seines Gebietes. Er hatte schon frühzeitig die furchtbare Gefahr erkannt, welche die Geschlechtskrankheiten als Volkskrankheiten darstellen. Die schweren Folgen des Trippers, die Sterilität der Ehen, die quälenden Unterleibskrankheiten der Frauen, die zahlreichen Erblindungen der Neugeborenen, die noch furchtbareren Verheerungen der Syphilis und ihrer Nachkrankheiten, die die Irrenhäuser füllen, konnten nicht durch eine Tätigkeit der Ärzte allein eingedämmt werden, wenn nicht das ganze Volk gegen seine größten Feinde zur Wehr gerufen wurde.

Die Gefahren bestanden und bestehen. Kampf gegen das Verschweigen und Vertuschen wollen, gegen die weitgehende Unkenntnis auf diesem Gebiete, Aufklärung des Volkes und Mithilfe zur Bewältigung der großen Aufgabe, das war *Neissers* Programm, und in diesem Sinne begründete er die *Deutsche Gesellschaft zur Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten*, die heute über ganz Deutschland verbreitet ist, Tausende von Mitgliedern aus allen Kreisen zählt und die besonders unter tatkräftiger Mithilfe von *Neissers* Freunde

Blaschko schon die schönsten Erfolge gezeitigt hat. Nie wurde *Neisser* müde, für diese Gesellschaft tätig zu sein, immer wieder wurden auf seine Anregung hin neue Ortsgruppen begründet, hielt er leichtfaßliche Vorträge, schrieb er aufklärende, streng sachliche und immer unter tiefster Betonung der ethischen Grundlage stehende Schriften.

Was er als *Lehrer* war, das wissen seine zahlreichen Schüler zu bezeugen; sind doch viele akademische Lehrer, Krankenhausdirektoren und Spezialärzte des In- und Auslandes *Neissers* Schüler. Wie seine Vorlesungen durch seinen immer mit feinem Humor gewürzten Vortrag beliebt waren, so verstand er es besonders, die weit über ihre Lehrzeit hinausgehende Zuneigung und Verehrung seiner Assistenten zu erwerben. Er war kein bequemer Chef, verlangte angestrengteste Arbeit und Aufmerksamkeit, aber er war auch von einem mustergültigen Gerechtigkeitssinn, gab nicht nur Anregungen, sondern empfing auch ebenso gern solche von seinen Schülern und legte Wert darauf, jeder individuellen Begabung Raum zu gewähren.

In der Festschrift zur Vollendung seiner fünf- undzwanzigjährigen Tätigkeit als Professor und Direktor der Breslauer Klinik schrieben seine Schüler und Freunde in der Widmung: „*Neissers* Schüler sein, heißt nicht etwa in allen Punkten mit ihm übereinstimmen, aber unter allen Umständen in Treue und Freundschaft mit ihm verbunden bleiben.“

Mit diesen Gefühlen huldigen wir heute den Manen des hervorragenden Forschers und großen und guten Menschen.

Der aufrechte Gang des Menschen.

Von Privatdozent Dr. med. et phil. H. Gerhartz,
Bonn.

(Schluß.)

Becken.

Für die Entstehung der Beckenform können außer spezifischen Wachstumsrichtungen unbekannter Ursache von vornherein noch mechanische Einflüsse angenommen werden, die im wesentlichen durch den Druck der hinteren Extremität auf die Hüftgelenkpfanne und die aufliegende Rumpflast repräsentiert werden, ferner aber durch Bänderzug und die Art und Ausdehnung der Einfügung des Kreuzbeins, wobei wieder dessen Gestaltung eine Rolle zuerteilt werden muß. Auch in der Differenzierung dieser Einflüsse ist man durchweg so vorgegangen, daß man die zwischen Vierfüßer und Mensch bestehenden Unterschiede im Beckenbau der Aufrechtstellung ursächlich zuschob.

Das Becken des Menschen ist charakterisiert durch seine breite Spannung, d. h. die relativ große Länge des Querdurchmessers, die bedingt ist durch das beim Menschen stärkere Wachstum der Seitenteile. Es sind Beckenschaufeln ausge-

bildet, die schon bei den Anthropoiden vorkommen, bei denen außerdem die Tendenz zur Langstreckung (Fig. 18) noch deutlich vorhanden ist¹⁾ (Fig. 17). Allerdings treten sie zuerst als dünne, flache Platten auf.

Der Winkel zwischen der Lendenwirbelsäule und dem geraden Durchmesser des Beckeneingangs, der *Conjugata vera* (Fig. 19), ist beim Menschen größer als bei den Säugetieren. Auch bei den Anthropoiden ist die Beckenneigung noch geringer als beim Menschen. Der Winkel zwischen dem oberen Teil der vorderen Kreuzbeinfläche und der Beckeneingangsgraden beträgt beim Menschen 105° (nach *Bayer*), beim Schimpansen bis zu 60°; sonst liegt er bei den höheren Tieren zwischen 50 und 70°.

Der Beckengürtel ist beim Menschen fester als bei den höheren Säugern. Im allgemeinen kann man sagen, daß ganz wesentliche Unterschiede vorhanden sind und die anthropoiden Affen zwischen dem Menschen und den übrigen Säugern stehen.

Große Unterschiede bestehen nun auch zwischen dem Becken des Fötus und dem des erwachsenen Menschen (Fig. 19).

Beim normalen Becken des Neugeborenen verhält sich der gerade Durchmesser zum queren wie 100:129, also schon etwa so queroval wie beim Erwachsenen. Der 1. Kreuzbeinwirbel steht beim Fötus höher als die Beckeneingangsebene; das Kreuzbein tritt also im Laufe der Entwicklung tiefer. Das kleine Becken verengt sich mehr trichterförmig; die Darmbeine sind weniger schaufeln. Das Becken steht steiler als später. Das Becken des Neugeborenen ist zum Unterschied von dem des Erwachsenen mehr hoch als breit.

Bereits oben wurde erwähnt, daß *H. v. Meyer*²⁾, *Litzmann*³⁾, *Schröder*⁴⁾, *Veit* u. a. die heute noch herrschende Vorstellung begründet haben, daß im wesentlichen die auf dem Becken liegende Rumpflast die ursprüngliche Beckengestaltung in die spätere Form zwingt.

Durch den Druck des Oberkörpers, so wird angenommen, werde das Kreuzbein mit der seitlichen Gelenkfläche (*Facies auricularis*) zwischen die Darmbeine fester eingeklemmt und tiefer in das Becken hineingetrieben. Dabei erfolge eine Drehung um die Kreuzbeinachse in dem Sinne, daß die Hüftbeine vorn auseinandergebracht, die Darmbeinplatten mehr zur Horizontalen zugebogen würden, das Becken also niedriger werde und das Promontorium, der Vorsprung zwischen Lenden- und Kreuzbeinteil der Wirbelsäule, tiefer in das

Becken einträte. Dabei würde die Kreuzbeinspitze aber nach hinten abweichen, wenn die vom Seitenrande des Kreuzbeins zum Dorn des hinteren Sitzbeinrandes (*Ligamenta sacrospinosae*) und die vom Kreuzbein zum Sitzknorren ziehenden Bänder (*Ligamenta sacrotuberosae*) das nicht verhinderten. Jedenfalls werde das Kreuzbein aus seinen Flügeln nach vorn herausgepreßt, und die Keilform der Wirbel müsse sich ausbilden. Je tiefer nun der obere Kreuzbeinteil in das Becken einsinke, desto stärker werde an den oberen hinteren Vorsprüngen (*Spinae*) der Darmbeine vermittle der vom Kreuz- zum Darmbein ziehenden Verstärkungsbänder (*Ligamenta sacroiliaca*) gezerrt, so daß die Darmbeine an der Schambeinfuge klaffen würden, wenn dem nicht vorn durch die feste Verankerung der Seitenwandbeine und durch den in den Hüftgelenkpfannen angreifenden, der Rumpflast entgegengerichteten Druck der Oberschenkel entgegengearbeitet würde. Immerhin sei der von der seitlichen Gelenkfläche des Kreuzbeins ausgehende Horizontalschub als Fortsetzung der Oberkörperlast so überwiegend, daß der Beckenring vorn in transversaler Richtung mehr auseinandergedrängt werde, wodurch die Vermehrung der sogenannten Querspannung zustande gebracht werde.

Seit langem sind nun schon an der Allgemeingültigkeit der mechanischen Beckengestaltungstheorie Zweifel geäußert worden.

Es muß zunächst zugegeben werden, daß bereits *Litzmann*, neben *H. v. Meyer* der einflußreichste und beste Vertreter der erwähnten Theorie, der ursprünglichen Anlage und Wachstumstendenz der einzelnen Beckenteile eine Rolle zukommen ließ. Überhaupt sind die für die Beckengestaltung in Betracht kommenden Faktoren von zahlreichen Forschern nach vielen Richtungen hin erwogen worden, aber die Ableitung der endgültigen Beckenform aus mechanischen Faktoren hatte infolge der ausgezeichneten Diskussion der diesbezüglichen Momente sich den größten Anhängerkreis zu erobern gewußt. Was der Klärung dieser Verhältnisse bis vor kurzem entgegenstand, war weniger eine unzureichende Analyse der möglichen statischen Verhältnisse, als Unkenntnis der Tragweite der einzelnen mechanischen Faktoren und unsere ungenügende Kenntnis von der normalen intra- und extrauterinen Entwicklung des Beckens.

Schon in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hatte *Fehling*¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, daß die Kreuzbeinwirbelsäule bereits in der Fötalzeit sich in die Quere streckt und längs krümmt und die Wirbel Keilform annehmen, nicht erst unter der Einwirkung der aufrechten Stellung, daß ferner schon beim Fötus vom dritten Monat an die Ebene des Beckeneingangs queroval, das Becken querspannt ist.

¹⁾ Höhenbreitenindex der anthropoiden Affen = 105,6 nach *Topinard*, Des anomalies des nombres de la colonne vertebrale. Rev. d'anthropol. Paris 1877, T. 16, S. 577.

²⁾ *H. v. Meyer*, Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüsts. 1873.

³⁾ *Litzmann*, Die Formen des Beckens. 1861.

⁴⁾ *K. Schröder* (*Olshausen* und *Veit*), Lehrbuch der Geburtshilfe. Bonn 1893.

¹⁾ *Fehling*, Die Form des Beckens beim Fötus und Neugeborenen. Arch. f. Gyn. Bd. 10, S. 1, 1876.

Von *Falk*¹⁾ wurde nachgewiesen, daß der für die Belastungstheorie wesentlichste Faktor, das Tieftreten des Kreuzbeins, ebenfalls schon vorher erfolgt und bereits in der ersten Hälfte des vierten Schwangerschaftsmonats die erste Andeutung eines Promontoriums sich findet.

Breus und *Kolisko*, die am nachdrücklichsten und mit gewichtigen Gründen der Rumpflasttheorie entgegneten, sehen in dem hohen Stand der Lendentheil-Kreuzbeinverbindung des jungen Beckens nicht so sehr ein Ergebnis der Einstellung des Kreuzbeins zwischen die Darmbeine und eine eigentliche Hochlage, als vielmehr eine Wirkung der verschiedenen Wachstumsstärke dieser Knochen. Die Neigung des Kreuzbeins nach vorn und damit das Tieftreten des Promontoriums wird nach ihnen lediglich durch stärkeres Wachstum im hinteren Schenkel des Hüftknorpels hervorgerufen, und dem gleichen Prozeß ist der Rückgang der Trichterform zu verdanken. Die größere Querspannung des späteren Beckens beruht nur auf der Eigenart des Wachstums der Kreuzbeinflügel und der Seitenbeckenknochen. Die Wirbel wachsen hinten primär mehr als vorn in die Höhe, so daß dadurch das Kreuzbein stärker in der Längsrichtung gekrümmt wird und es zur Bildung eines Promontoriums kommt. Daß in der Tat das Promontorium, das „Massenzentrum“ der ganzen Wirbelsäule, und die Kreuzbeinkrümmung, die auch bei den Anthropoiden angedeutet ist, nicht mechanisch zustande kommt, etwa im Sinne von *Lammers*²⁾, der sie durch Zug der Muskeln des Oberschenkels am Becken mittels der sehr starken, an der vorderen Fläche des Hüftgelenks gelegenen Ligamenta ilio-femoralia zu erklären sucht, ist von *Falk* wohl einwandfrei gezeigt worden. Infolge der spezifischen Entwicklung des sakralen Abschnittes der Darmbeinschaukel wird das Kreuzbein abgebogen; sekundär entsteht zunächst eine größere Breite der ventralen Fläche der Zwischenwirbelscheiben und dann erst die Keilform der Wirbelkörper. Die so entstandene Kreuzbeinkrümmung hat zu der Mechanik der Aufrechterstellung keine Beziehung, da sie durch die Rumpf- und Extremitätenbewegung nicht beeinflusst wird. Ich selbst habe auch keine stärkere Krümmung des Kreuzbeins als Folge der experimentellen Aufrechterstellung finden können. Gleiche Gründe, wechselnde Wachstumsstärke einzelner Knochenteile, erklären auch die stärkere Neigung des oberen Kreuzbeinteils. Immerhin nehmen *Breus* und *Kolisko*, wenn sie auch für die Gestaltung der endgültigen menschlichen Beckenform Wachstumseigentümlichkeiten in erster Reihe bzw. ausschließlich zur Erklärung heranziehen, an, daß diese hinwiederum primär der Anpassung des

Skeletts an eine Belastungsmechanik, die durch den Erwerb der aufrechten Stellung in diese Richtung gezwungen wurde, ihren Ursprung verdanken.

Daran aber, daß die physikalische Durchführung der Rumpflasttheorie richtig sei, für das Individuum allerdings in nur geringem Maße Bedeutung besitze, zumal aber für die Phylogenese ihre uneingeschränkte Richtigkeit habe, zweifeln die genannten Autoren nicht. Sie sind überzeugt, daß die Rumpflasttheorie uns völlig erklärt, wie sich die heutige menschliche Beckenform ausgebildet hat. Ähnlich tritt *Falk* zunächst der Auffassung bei, daß die ursprüngliche Form des Beckens, die durch die erste knorpelige Anlage gegeben ist, lediglich durch angeborene spezifische Wachstumsenergien in die Spätform übergeführt wird und andere Erklärungsgründe unnötig sind; aber auch er kann sich nicht von der herrschenden Auffassung frei machen, daß die heute dominierenden Wachstumstendenzen ursprünglich durch mechanische Einflüsse angeregt wurden. „Diese mechanischen Einflüsse haben“, nimmt *Falk* an, „im Verlauf der Generationen dazu geführt, daß sich schon in dem sich entwickelnden Becken dieselben Wachstumsrichtungen bilden, ohne daß der mechanische Einfluß sich bei dem Einzelindividuum geltend macht. Das Endergebnis der durch stärkere Druckwirkung auf einzelne Teile erzielten Veränderungen wird vererbt, und dieses ist es, was wir, da es ohne nachweisbaren mechanischen Einfluß zustande kommt, als Wachstumsenergie oder Wachstumseinrichtung bezeichnen.“

Es läßt sich aber zeigen, daß diese Auffassung, die doch notwendig zur Voraussetzung hat, daß die Richtung der mechanischen Einflüsse der Belastung und die der hervorgehobenen Wachstumstendenzen, also der „Nisus formativus“, übereinstimmen, unhaltbar ist.

Wird, wie ich das experimentell am Hund durchgeführt habe, ein Vierfüßer aufrecht gestellt, so wird das Becken mehr gerade gestellt. Es wird nicht niedriger, wie die Rumpflasttheorie annimmt, sondern im oberen wie unteren Abschnitte höher. Die Querspannung wird nicht vergrößert, sondern vermindert, der sagittale Durchmesser des Beckeneingangs größer; der quere Durchmesser des Beckenausganges wird kleiner. Nach der Seite hin laden die Beckenschaukeln nicht stärker aus; sie werden aber ventralhin ausgebogen. Das Becken dreht sich so, daß sein kranialer Abschnitt, seine Darmbeinachse, nach hinten und unten, sein kaudaler, also seine Sitzbeinachse, nach vorn tritt. Diese letztere Abänderung stimmt mit der Entwicklungstendenz überein. Untersucht man nämlich die Winkelstellung der drei Hüftbeinkomponenten in der Art, daß vom Mittelpunkt der Pfanne des Hüftbeins Linien zum oberen Rand der Symphyse (Schambeinachse), durch die Mitte des obe-

¹⁾ *E. Falk*, Die Entwicklung und Form des fötalen Beckens. Berlin 1908.

²⁾ *Lammers*, Zur Frage der Entstehung des Promontoriums. Beitr. z. Geb. u. Gyn. Bd. 9, S. 145, 1905.

ren Astes (Ramus superior) des Sitzbeins (Sitzbeinachse) und des Darmbeins gezogen werden, so wird der Winkel zwischen Schambein- und Sitzbeinachse infolge der Aufrechterstellung des Hundes in meinem Versuch von ungefähr 113° auf ca. 122° vergrößert. Bei Halbaffen beträgt dieser Winkel 105° , beim Gibbon 112° , beim Schimpanse 125° , beim Orang-Utan 136° , beim Gorilla 145° , beim jetzigen Menschen 156° (♂) und 160° (♀)¹⁾. Beim Neandertaler ist der sakrale Hüftbeinteil noch stärker nach hinten unten abgebogen. Hier beträgt der Winkel zwischen Darmbein- und Sitzbeinachse, der bei Halbaffen (Prosimien) und Affen der neuen Welt (Platyrrhinen) noch 164° ausmacht, nur 96° statt 109° beim rezenten Manne.

Im übrigen ist die Mechanik bei der Aufrechterstellung aber anders, als die mechanische Theorie annimmt, da der Endeffekt dem Postulat der letzteren entgegengesetzt ist. Es entsteht dabei nicht ein quergespanntes, sondern ein querverengtes Becken. Die Erklärung kann nur die sein, daß die *Rückbiegung des unteren Wirbelsäulenabschnittes* der *wirksamste Einfluß* ist, indem dadurch die Rumpflast von hinten und oben nach unten und vorn wirken muß. Dabei wird das Promontorium nach hinten gebracht. Das muß die Conjugata verlängern und den geraden Durchmesser des Beckenausganges verkleinern. Die Oberschenkel treiben in der Hüftgelenkpfanne die unteren seitlichen Beckenteile gegeneinander. Die ventralhin gerichtete Abbiegung des vorderen Darmbeinrandes mag mit der Zugrichtung des Bertinischen Bandes (Ligamentum ilio-femorale) zusammenhängen; denn wenn die Oberschenkel, wie es beim Stehen auf den hinteren Extremitäten der Fall ist, gestreckt werden und der Oberkörper hochgerichtet ist, wird das Ligamentum ilio-femorale angespannt. Dadurch übt dieses Ligament, das stärkste Band des Körpers, am oberen Darmbein einen Zug nach vorn aus.

Ist dem so, wirkt die Aufrechterstellung in wesentlichen Punkten der Entwicklungstendenz des Vierfüßers entgegen, so fallen damit notwendig die heute geltenden, auf der mechanischen Rumpflasttheorie aufgebauten Vorstellungen über die Ursachen der Abänderung des Säuger- und auch des Anthropoidenskeletts. Es zeigt sich, daß *die meisten der oben angegebenen Unterschiede zwischen dem Becken des Fötus und dem des erwachsenen Menschen einerseits und zwischen dem Becken der Säuger und dem des Menschen andererseits nicht auf Rechnung der Aufrechterstellung zu setzen sind*. Es dürfte deshalb eher zu untersuchen sein, ob nicht der Schluß in umgekehrter Richtung zu ziehen ist, daß der Mensch deshalb aufrecht geht, weil sein Becken dafür geeigneter geworden war, sei es als Rückwirkung der oben besprochenen

Abänderung an der Grenze zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein, sei es aus anderen, bisher unbekannten Gründen. Sicherlich wird ein quergespanntes „Becken“ zur Aufnahme der abdominalen Last besser geeignet sein und die Schwerpunktsverlegung nach hinten mehr erleichtern als ein im geraden Durchmesser großes, obwohl man diesen Einfluß nicht sehr hoch schätzen darf. Wesentlicher scheint mir die stärkere Festigkeit des hinteren Beckenringes durch primär stärkere Ausbildung der Seitenteile (Massae laterales) des Kreuzbeines. Dadurch, daß das Kreuzbein breiter wird und an den Flügeln stärker als an seinen Wirbeln wächst und die Darmbeinschaukeln verhältnismäßig stark wachsen, kommt die Beckenform des erwachsenen Menschen ohne Zweifel leicht zur Entwicklung. Gleichzeitig wird aber dadurch die Vereinigung des Kreuzbeins mit den seitlichen Beckenknochen inniger und dadurch eine der wesentlichsten Bedingungen für den aufrechten Gang geschaffen.

In der Tat ist überall da, wo Tiere aufrecht gehen, ein fester Beckengürtel vorhanden, unterstützt in erster Linie durch ein kräftiges Kreuzbein mit innig verwachsenen Wirbeln. Eine ausgedehnte Verbindung breiter Darmbeine mit dem Kreuzbein besteht aber unter den Säugern nur bei den menschenähnlichen Affen und beim Menschen. Überall, wo kräftige und besonders zum Stehen dienende Hintergliedmaßen vorhanden sind, findet sich auch ein Kreuzbein. Bei den Vögeln findet sich die stärkste Beckengürtelversteifung hauptsächlich bei den Laufvögeln. Auch bei den Anthropoiden, von denen der Schimpanse, von den Hüftbeinwinkeln (vgl. S. 613) abgesehen, die dem Menschen ähnlichste Beckenform hat, ist das Becken in allen Teilen fest, wenn auch z. B. die Kreuzbeinwirbel nicht so fest miteinander verwachsen sind als beim Menschen.

Daß nicht die Umgestaltung der unteren Extremität in die menschliche Form das Wesentliche ist, läßt sich daraus entnehmen, daß bei manchen niederen Menschenrassen primitive untere Extremitäten vorhanden sind, aber dennoch der aufrechte Gang erworben wurde.

Die *Festigkeit der hinteren Beckenpartie* halte ich somit für die *hauptsächliche Bedingung zum Aufrechtgehen*. In ihr hat das wesentlichste Stützorgan des Wirbeltierkörpers seine Grundlage. Sie ist notwendig für die längere Unterhaltung der oberen Wirbelsäulenbiegung und für die Übertragung der Oberkörperlast auf die hintere Extremität, notwendig als Angriffspunkt für die veränderte Haltung fixierender Bänder und Muskeln.

Was konnte den Vierfüßer, der in einer festen und kräftigen Kreuzbein-Becken-Verbindung die wesentlichste anatomische Vorbedingung erworben hatte, veranlassen, aufrecht zu gehen?

Es sind darüber, wie die große wissenschaftliche und populäre Literatur über die Ursachen

¹⁾ Weidenreich nach R. Martin, Lehrbuch der Anthropologie. Jena 1914, S. 1007.

der Aufnahme der Aufrechtstellung zeigt, eine große Reihe von Theorien aufgestellt worden, welche meines Erachtens nicht mehr als den Schein einer Berechtigung haben, wenn sie sich z. B. lediglich auf die geistige Überlegenheit des Menschen stützen. Unter den Vögel, die ebenso wie der Mensch die anatomischen Vorbedingungen dafür erfüllen, sind einige zum Aufrechtgehen gekommen, ohne daß der letzterwähnte Grund hier eine Rolle gespielt haben kann. Allerdings dienen ja hier die Vordergliedmaßen noch der Fortbewegung. Die Arbeitsteilung ist hier nicht so weit durchgeführt wie beim Menschen.

Natürlich ist die Erwerbung der aufrechten Stellung ein großer Gewinn. Er ist ein Fortschritt in der Arbeitsspezialisierung, in der Differenzierung der Organe. Die vorderen Extremitäten sind von ihrer Funktion als Fortbewegungsorgan befreit und zu anderen, besseren Zwecken brauchbar, die kulturelle Werte schufen. Nur der Gewinn eines Greiforgans, das ja auch beim aufrecht gehenden Bär, bei Halbaffen und bei den Anthropoiden vorhanden ist, befähigte z. B. zur Mitnahme der ersten Waffen, oder von Holz für die Feuerung. Ferner erschließen sich außer für die Verteidigung Vorteile für das Durchwaten von niedrigen Gewässern, für die Anlegung der Kleidung und manches andere. Das kann ein Grund zur Beibehaltung des dauernd aufrechten Ganges gewesen sein. Die Aufrechtstellung hatte ferner die Entlastung des Thorax zur Folge, eine bessere Ausnutzung des Auges für den weiteren Um- und Ausblick.

In welche Periode die Erwerbung des zweifüßigen Ganges fällt bzw. unter welchen sonstigen äußeren Umständen sie erfolgte, ist noch nicht sicher festgestellt. Der *Pithecanthropus* konnte wohl ohne Schwierigkeit aufrecht gehen. Das Oberschenkelbein des *Pithecanthropus erectus*¹⁾ spricht dafür ebenso wie das des sogenannten *Homo primigenius*. Damit würde der Erwerb der aufrechten bipeden Fortbewegung vor die Erwerbung der endgültigen menschlichen Schädelform seitens des allgemein vorausgesetzten quadrupeden Affen oder Halbaffen fallen. Die sicheren Funde des Neandertal-Spy-Menschen gehen nicht weiter als bis in die letzte Interglazialzeit²⁾ zurück, das ist in die wärmere

Zwischenzeit zwischen der dritten und jüngsten Eiszeit; die *Pithecanthropus*-Funde reichen etwas früher, vielleicht in die letzte Stufe des Tertiärs⁴⁾ (?), zurück.

Ob es tatsächlich zutrifft, daß der Spymensch noch nicht so vollkommen das Kniegelenk strecken konnte als der *Pithecanthropus*, von dem wir mangels Erhaltung eines Fußes über die ständige Übung des aufrechten Ganges überhaupt nicht sicher unterrichtet sind, und also weniger gut sich aufrecht hielt als der spätere Mensch, ist nicht sicher zu entscheiden; die Unterschiede sind wohl nicht so durchgreifend, daß der Schluß zwingend erscheint³⁾. Von anderer Seite wird denn auch gerade dem *Pithecanthropus* eine nur halb aufgerichtete Stellung zugestanden. Jedenfalls besitzen die Beckenstücke des *Homo neanderthalensis* bei etwas schmalem Kreuzbein eine durchaus menschliche und dem angepaßte Form.

Die ältesten sicheren Funde sind in Mitteleuropa zwischen dem nordischen Eisgürtel und den alpinen Gletschern gemacht worden. Zu dieser Zeit waren hier die Bedingungen der Moossteppe und sibirischen Tundra bis zu denen eines warmen Waldklimas mit einem Bestand ähnlich dem unserer Waldflora vorhanden.

*Elbert*³⁾, der auf Java die Spur des *Pithecanthropus* in einem altdiluvialen Schuttkegel, der einem Schlammstrom aus vulkanischem Sand, aus Asche und Lavaklumpen seine Entstehung verdankte, fand, nimmt nach der vorliegenden versteinerten Flora an, daß die mittlere Temperatur zu dieser Zeit zwischen 16 und 21° C, nur 6 bis 8° niedriger als heute war.

In diese klimatischen Prozesse fügt sich die Annahme der aufrechten Stellung ungezwungen ein⁴⁾. Die anatomischen Vorbedingungen, die oben erläutert wurden, waren zu dieser Zeit beim Quadrupeden vorhanden. Es bedurfte nur der äußeren Einflüsse, sie zu wecken. Diese aber sind hier in der Naturumgebung, in den Erwerbsbedingungen und friedlichen Zuständen, hauptsächlich aber in den klimatischen Verhältnissen der damaligen Zeit sicherlich vorhanden.

Gerade die Steppe bietet für den aufrechten Gang die meisten Vorteile. Steppentiere pflegen höher zu sein als waldbewohnende. *Hilzheimer*⁵⁾

¹⁾ K. Gorjanovic-Kramberger, Der paläolithische Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Diluvium von Krupina in Kroatien. Mitt. d. anthropol. Ges. in Wien. Bd. 35, 1905, S. 197—229.

M. Hörnes, Natur- und Urgeschichte des Menschen Bd. 1. Wien und Leipzig 1909.

Schwalbe, Studien über *Pithecanthropus erectus*. Z. f. Morph. u. Anthropol. Bd. 1, S. 16—240, 1900.

Weitere Literatur in G. Schwalbe, Die Vorgeschichte des Menschen. Braunschweig 1904, und besonders bei R. Martin, Lehrbuch der Anthropologie. Jena 1914, S. 1079 ff.

²⁾ A. Nehring, Über die Gleichzeitigkeit des Menschen mit *Hyaena spelaea*. Mitt. d. anthropol. Ges. in Wien. Bd. 23, S. 204—211. Wien, 1893.

³⁾ Über die Frage der tertiären Steinwerkzeuge s. Verworn, Die archäolithische Kultur in den Hipparionsschichten von Aurillac (Cantal). Abh. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Berlin 1905.

C. Coenen, Funde paläolithischer Steingeräte und deren Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte des Rheintales. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. zu Bonn 1902. Bonn 1903, S. 1—10.

⁴⁾ R. Michel, Arch. f. Anthropol. 1904. N. F. Bd. 1, S. 122.

⁵⁾ Elbert, Über meine Urmenschexpedition auf Java. Sitz.-Ber. d. med.-naturw. Ges. zu Münster i. W. vom 11. Nov. 1908. Bonn 1909.

⁶⁾ Vgl. hierzu G. Steinmann, Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre. Leipzig 1908, S. 266 ff.

⁷⁾ M. H. Hilzheimer (und O. Haempel), Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1913.

bemerkt treffend, daß der amerikanische Steppenbison höher ist als der europäische waldbewohnende Wisent, die Giraffe größer ist als das ihr nächstverwandte, im Walde lebende Okapi, die afrikanischen Elefanten und Nashörner höher als die waldbewohnenden asiatischen.

Besprechungen.

Michels, W., und C. Przibylla, Die Kalirohsalze, ihre Gewinnung und Verarbeitung. Leipzig, Otto Spamer, 1916. VIII, 339 S., 149 Figuren im Text und eine Übersichtskarte. Preis geh. M. 23,—, geb. M. 25,—.

Es könnte fraglich erscheinen, ob in unserer schnelllebigen Zeit, die zumal jetzt im Kriege neue Industrien wie Pilze hervorschießen und zuweilen auch schnell verschwinden läßt, die Kaliindustrie noch jung genannt werden darf. Berücksichtigt man aber, daß die Kalisalze im Haushalt der Pflanzen und gleichzeitig damit in dem der Menschen von Urbeginn an und immer eine grundlegende Rolle gespielt haben, daß die Kenntnis dieser Tatsache sich erst ganz allmählich im Laufe des vorigen Jahrhunderts Bahn gebrochen hat, und daß nach Aufschließung der deutschen Kalisalzlager um die Mitte des 19. Jahrhunderts die darauf gestützte Industrie in langsamem Wachstum bis heute eine Höhe erreicht hat, die noch nicht entfernt der natürlichen Bedeutung der Kalisalze für die Weltwirtschaft entspricht, so kann man wohl sagen, daß diese Industrie nicht nur jung ist, sondern geradezu noch in den Kinderschuhen steckt.

Bei der eigentümlichen, auf größten Endumfang zugeschnittenen Veranlagung und mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten der Entwicklung im einzelnen, kann es nicht allzu sehr wundernehmen, daß die kritisch zusammenfassende Darstellung dessen, was wir heute die Kaliindustrie zu nennen pflegen, nur selten erfolgt ist. Nachdem im Jahre 1856 in Staßfurt bergmännische Tätigkeit zuerst Kalisalze (Edelsalze) zutage gefördert hatte, mußte ein Menschenalter vergehen, bis Emil Pfeiffer 1887 den Versuch unternahm, in seinem Handbuch der Kaliindustrie einen Überblick zu geben über „die Bildung der Salzlager von Staßfurt und Umgegend sowie von Kalusz, und Beschreibung dieser Salzlager. Die technische Gewinnung der Kalisalze aus den natürlich vorkommenden Salzen mit ihren Nebenzweigen und Anwendung der Kalisalze in der Landwirtschaft“. Es erübrigt sich, an dieser Stelle nachzuweisen, inwieweit jenes mit unlegbar großen Schwierigkeiten unternommene und zweifellos verdienstliche Werk den damaligen Stand der Entwicklung wiedergegeben hat und berufen war, der folgenden Zeit als Führer zu dienen. Tatsache ist, daß ein weiteres Menschenalter vergehen mußte, bis der „Pfeiffer“ durch ein auf ähnlicher Grundlage aufgebautes Werk über die Kaliindustrie abgelöst wurde. Wohl sind in der Zwischenzeit eine ganze Reihe von mehr oder weniger wertvollen Einzelarbeiten, Aufsätzen in Zeitschriften, Broschüren usw. über wissenschaftliche, bergmännische, fabriktechnische, kaufmännische, wirtschaftliche und juristische Fragen der Kaliindustrie erschienen, aber von einem geglückten Versuch einer zusammenfassenden Darstellung des Gesamtgebietes der Kalirohsalze und ihrer Verarbeitung bis zur Herausgabe der vorliegenden Schrift von Michels und Przibylla kann nicht berichtet werden.

Die Verfasser sind für ihre Aufgabe denkbar

bestens vorbereitet. Den vielen und oft recht entwickelten Wechselfällen der Industrie stehen sie nicht als nachträgliche Beurteiler gegenüber, vielmehr haben sie in Erfüllung ihrer Lebensaufgabe stets mitten in dem Getriebe der Industrie gestanden und alle Vorfälle der letzten Jahrzehnte, der eine von ihnen bis zurück in die siebziger Jahre, miterlebt. Offene Augen und ein gutes Gedächtnis haben sie in den Stand gesetzt, nicht zu abhängig von der angeschwellenen und teilweise recht unfruchtbaren Literatur, mehr zu bieten als ein bloßes Kompilatorium; ihre Arbeit entrollt eine lebendige Darstellung über die Geschichte der Kaliindustrie, die Geologie, Mineralogie und Chemie der Kalisalzagerstätten, die bergmännische Gewinnung der Kalisalze, die Verarbeitung der Rohsalze in der Fabrik und die Verwendung der Kalisalze. Daß die Verarbeitung der Kalisalze in der Fabrik im Buche den breitesten Raum einnimmt, ist bei dem Beruf der Verfasser als Chemiker und wohl auch im übrigen nur natürlich; andererseits ist es erfreulich, festzustellen, mit welcher weitgehenden Sachkenntnis und Vollständigkeit auch die übrigen zum Gesamtbilde gehörigen Kapitel, insbesondere die bergmännische Arbeit vom Schachtbteufen bis zur Förderung der Salze, ihre Bearbeitung gefunden haben.

Für den Außenstehenden macht die deutsche Kaliindustrie mit Unrecht den Eindruck großer Einheitlichkeit; in Wirklichkeit ist sie bunt und wechselvoll wie kaum eine andere, und die aus diesem Grunde in verschiedenen Richtungen sich entwickelnden Erfahrungen und Anschauungen mögen es mit sich bringen, daß die Verfasser nicht überall reine Zustimmung zu den von ihnen vertretenen Darstellungen finden werden; einige kleine Fehler und Mißverständnisse sind in diesem Sinne verzeihlich, z. B. ist die fraktionierte Kristallisation von Kalimagnesiaronhösungen (vergl. S. 239) schon viel früher als angegeben geübt worden. Angedeutet findet sich das Verfahren schon bei Pfeiffer S. 356, und systematisch angewendet wurde es von Hugo 1885/86 in Aschersleben. Auch der historische Hinweis auf S. 244, daß Boeke 1910 als erster auf den praktischen Nutzen der van't Hoff'schen Forschungen hingewiesen habe, trifft nicht zu. Wenn auch die höchst bedeutsamen Arbeiten van't Hoffs über die ozeanischen Salzablagerungen auch heute noch immer nicht in den Kreisen der praktischen Kalichemiker die Rolle spielen, die sie verdienen, so wäre es andererseits wohl ein beschämendes Zeugnis für die unmittelbaren Jünger der Kaliindustrie, wenn jene Arbeiten, die im wesentlichen 1905 ihren Abschluß gefunden hatten, auf ihre Bedeutung für technische Probleme hin bis 1910 ganz unbeachtet geblieben wären. Tatsächlich hat der unterzeichnete Berichterstatter schon im Jahre 1901 bei Gelegenheit eines Vortrages van't Hoffs über seine Arbeiten in Staßfurt (vergl. Sitzungsprotokoll, Zeitschrift f. angew. Chemie 1901, S. 741), und späterhin wiederholt auf die Bedeutung für die „Praxis“ und „Technik“ hingewiesen; auch dessen im Jahre 1907 erschienenes Buch über die deutsche Kaliindustrie war nicht unbeeinflusst vom Geiste der van't Hoff'schen Arbeiten. Sehr richtig ist im Sinne dieser Ausführungen, daß in einem Anhang des Buches die Zusammensetzungen der konstanten Lösungen nach van't Hoff bei 25 und 83° niedergelegt sind, und zwar berechnet nach verschiedenen Relationen. Zweckmäßig aber wäre für diese Wiedergabe die Wahl einer übersichtlichen Tabellenform gewesen; auch hätte sich an dieser Stelle die Mitteilung der bei Herausgabe des Buches bereits vorliegenden Zahlen von D'Ans (Zeit-

schrift „Kali“ 1915, Heft 10—17) für 0° und 55° empfohlen.

Etwas stiefmütterlich behandelt ist die für ein Kaliwerk höchst wichtige Dampf- und Wärmewirtschaft, die bereits auf einigen Werken eine Beachtung gefunden hat, die weit hinausgeht über das, was die Verleger in dieser Richtung mitteilen.

Besonders lehrreich sind die in einem besonderen Abschnitt niedergelegten Ausführungen über „neuere Apparate und Arbeitsweisen“. Mag hier auch ein oder das andere mit durchgeschlüpft sein, was einer strengen Kritik auf die Dauer nicht widerstehen können wird, so ist andererseits die Vielseitigkeit und Vollständigkeit gerade dieses nicht leicht zu überschendenden und zu sammelnden Stoffes lebhaft zu begrüßen.

Eine weitere Aufzählung von Anständen unterlasse ich, um nicht einen Zweifel aufkommen zu lassen über die Vorzüglichkeit des Werkes im ganzen. Wie schon oben bemerkt, spricht aus ihm sehr stark die Persönlichkeit der Verfasser, und in gewissem Sinne kann hier dasselbe gelten, was *Naumann* in seinem Buch „Mitteleuropa“ über *Bismarcks* „Gedanken und Erinnerungen“ sagt: „sehr persönlich, nicht ohne Lücken, Irrtümer und Einseitigkeiten, aber strotzend von Eindringlichkeit der Belehrung.“

Die Ausstattung des Buches, das als ein Teil der bekannten „Chemischen Technologie in Einzeldarstellungen, herausgegeben von *Ferd. Fischer*“ erscheint, ist des Rufes deutscher Verleger würdig; klarer und übersichtlicher Druck sowie reichlich und gut gewählte Abbildungen fördern sehr angenehm das Verständnis. Zweckmäßig wäre die Anwendung eines weniger dicken und schweren Papiers gewesen, denn es handelt sich hier ja nicht um eine Art unzerreißbares Bilderbuch. Auch wäre vielleicht zu erwägen gewesen, für den Drucksatz an Stelle der in den letzten Jahrzehnten in einem übertriebenen Internationalismus immer mehr üblich gewordenen Antiqualettern zu unseren guten deutschen Buchstaben zurückzukehren, wie sie früher z. B. ganz allgemein von einer unserer größten Verlagsfirmen: Vieweg & Sohn in Braunschweig, für ihre technischen Werke angewandt wurden, ohne daß damit deren Weltgeltung geschädigt worden wäre. Werke, wie ehemals das große *Bolley-Birnbaumsche* Handbuch der chemischen Technologie und das nunmehr hier vorliegende Buch bedürfen ihres vorzüglichen Inhaltes wegen nicht einer internationalen Aufmachung, um auch außerhalb Deutschlands geschätzt und gewürdigt zu werden.

Noch eines mag an dieser Stelle Beachtung finden. Der im allgemeinen gute und flüssige Sprachstil der Verfasser hätte noch viel an Schönheit gewinnen können durch Vermeidung vieler zumal jetzt lästig auffallender Fremdwörter. Wir sind nicht geneigt, die grundsätzliche und oft gezwungene Umgehung aller Fremdworte zu befürworten; aber ein einigermaßen gesundes deutsches Sprachgefühl wird mit Behagen sehr viele alteingesessene Ausdrücke wie z. B. das „spezifische Gewicht“ scheiden und durch das viel zutreffendere Wort „Dichte“ ersetzt sehen. Ebenso häßlich für deutsches Auge und Ohr wie „spezifisch“ ist die „Charge“; dazu kommt, daß dieses „schöne“ Wort in der Betriebssprache der Kaliindustrie gar nicht einmal gebräuchlich ist und jeweils dafür passende Ausdrücke wie „Sud“, „Lösung“, „Zersetzung“, „Nutsche“ usw. zur Verfügung stehen und herrschen.

In weiten Kreisen mag das Werk auch lehren, daß innerhalb der nur leider allzusehr von Spekulantengier umtosten und oft von Dilettantismus und Unverstand

geführten und irregeleiteten Kaliindustrie ernste und selbstlose Kräfte tätig sind und im stillen den inneren Ausbau dieser rein deutschen gewerblichen Arbeit fördern; daß aber überhaupt Bücher, wie das vorliegende, die wahrlich nicht aus dem Ärmel zu schütteln sind, mitten in dem Deutschland von allen Seiten umklammernden Kriege erscheinen können, ist ein rühmliches Zeugnis für das Land der „Barbaren“.

K. Kubierschky, Eisenach.

Herz, W., Grundzüge der Geschichte der Chemie, Richtlinien einer Entwicklungsgeschichte der allgemeinen Ansichten in der Chemie. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1916. VI, 142 S. Preis geh. M. 4,—.

Verfasser hat es sich zur Aufgabe gemacht, einen kurzen Überblick über die Entwicklung der wichtigsten Ideen zu geben, die in der chemischen Wissenschaft vom Altertum her bis in die neueste Zeit wirksam gewesen sind. Das Buch ist bemerkenswert durch die flüssige und belebte Form der Darstellung, durch seine sprachliche Gewandtheit und durch eine nicht alltägliche Kunst, die Gedankenreihen und Ergebnisse verschiedener Zeitalter der Forschung klar herauszuheben, miteinander zu verknüpfen und zu einem einheitlichen Gesamtbilde zu vereinigen. Diesen unbestreitbaren Vorzügen steht der Nachteil gegenüber, der der ganzen literarischen Gattung der „Kurzen Überblicke“, der „Richtlinien“ und „Grundzüge“ überhaupt anhängt: sie vermag ein tieferes wissenschaftliches Interesse nicht zu befriedigen. Man kann von einem Buche, das auf 137 Seiten das Werden der Wissenschaft von den alten Ägyptern an bis zur neuesten Entwicklung der Lehre von den radioaktiven Stoffen schildert, im historischen Sinne Neues nicht wohl erwarten, und so dürfte es nur für eine erste Orientierung auf historisch-chemischem Gebiete in Betracht kommen. Ein eigentliches wissenschaftliches Bedürfnis für solche Zusammenfassungen bekannter historischer Tatsachen und Zusammenhänge besteht heute wohl kaum mehr; dagegen fehlt es uns immer noch an umfassenden historisch-kritischen Untersuchungen über Teilgebiete der chemischen Forschungsgeschichte, besonders in der ersten Blütezeit ihrer wissenschaftlichen Entwicklung um die Wende des 18. Jahrhunderts. Wird das tätige Interesse für solche Arbeiten, das zurzeit infolge der vorwärtstürmenden experimentellen und theoretischen Entwicklung der Chemie einigermaßen in den Hintergrund tritt, wieder einmal lebendiger, so kommt es vielleicht allmählich zu einer Sammlung kritisch gesichteten und gründlich historisch durchgearbeiteten Materials, das die Grundlage zu einer modernen „Geschichte der Chemie“ bilden könnte.

Es wäre mit Freude zu begrüßen, wenn der Herr Verfasser Zeit fände, seine Neigung für historische Forschung und die Kunst seiner Darstellung auch in den Dienst dieser höheren Aufgabe zu stellen.

R. J. Meyer, Berlin.

Sheppard, S. E., Lehrbuch der Photochemie. Deutsch von Max Iklé. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1916. VII, 502 S. und 47 Abbildungen im Text. Preis M. 16,—, geb. M. 17,—.

Der Verfasser hat die Absicht, das Studium der Photochemie dadurch zu fördern, daß er ihr gesamtes Arbeitsgebiet in viel umfassenderer Grenzabsteckung, als bisher geschehen ist, in einem Lehrbuch behandelt. Es muß als durchaus sachgemäß bezeichnet werden, wenn er dabei eine ziemlich eingehende Kenntnis der anorganischen und organischen Chemie

voraussetzt, es aber als seine Aufgabe ansieht, in die einschlägigen physikalischen Tatsachen und Theorien den Leser erst einzuführen. Dementsprechend beginnt die Behandlung des engeren Gebietes der Photochemie, das ist der Einwirkung des Lichtes auf chemische Vorgänge, erst in der zweiten Hälfte des Buches. Vorher bespricht der Verfasser in fünf Kapiteln nach einer kurzen historischen Übersicht die Messung von Lichtmengen, die Energetik der Strahlung, ökonomische und energetische Beziehungen wirklicher Lichtquellen und die Absorption des Lichtes. Es folgt dann in drei Kapiteln das, was das engere Gebiet der Photochemie genannt wurde, nämlich die Statik und Kinetik photochemischer Umwandlungen, die Dynamik der photochemischen Umwandlung und die spezielle Photochemie. Daran schließt sich ein Kapitel über strahlende Materie und photochemische Umwandlung, eines über die Entstehung des Lichtes bei der chemischen Umwandlung und ein Schlußkapitel über organische Photosynthese.

Das Ziel, welches der Verfasser im Auge hatte, war „die Studierenden durch Beispiele von Arbeits-hypothesen zu fördern, die ihnen bei der eingehenderen Erforschung der Ökonomie irgendeiner gegebenen photochemischen Reaktion von Nutzen sein können“. „Von derartigen Arbeits-hypothesen erscheint am vielversprechendsten die Vorstellung, daß bei der photochemischen Umwandlung singuläre komplexe Übergangszustände oder, spezifisch ausgedrückt, gewisse veritable latente Lichtbilder entstehen. Die Singularität umfaßt eine Übereinstimmung der Reaktionsordnung oder der Kinetik ihres Anwachsens und Abklingens mit den optischen Bedingungen der Absorption und Emission; der Übergangscharakter oder die Metastabilität ihrer Konstitution umfaßt ein unvollkommenes Zusammenfallen des photochemischen Gleichgewichtes mit den bei den vorhandenen chemischen Komponenten möglichen thermodynamisch stabilen Gleichgewichtszuständen. Jede photochemische Umwandlung ist infolgedessen virtuell photographisch, und das Gleichgewicht, dem sie zustrebt, ist sozusagen ein Strahlungsprototyp eines Kolloids, eine charakteristische Organisation, die als der mögliche Einheits-effekt von einem Zentrum ausstrahlt.“ Dieses Zitat mag gleichzeitig als Probe für die Darstellungsweise des Verfassers und die Ausdrucksweise des Übersetzers dienen. Der Referent glaubt nicht, daß das Buch für den Zweck geeignet ist, für den der Verfasser es bestimmt hat. Es mag für Leser, welche genügendes Wissen mitbringen, um den Sinn der häufig orakelhaften Sätze zu verstehen oder wenigstens zu ahnen, nach mancher Richtung anregend wirken, in den Köpfen von Lesern, die das Gebiet erst kennen lernen wollen, kann es nur Verwirrung anrichten.

Die physikalische Einführung kann vielleicht als Repetitorium dienen; es ist aber nicht möglich, aus dem Kapitel Energetik der Strahlung mehr als oberflächliches Wissen zu entnehmen. Die ökonomischen und energetischen Beziehungen wirklicher Lichtquellen finden sich in deutschen Werken weit besser dargestellt, so bei Lummer oder bei Schaum. In der Behandlung der Absorption des Lichtes wird besonderes Gewicht auf den von Baly und Desch eingeführten Begriff der Isorropesis gelegt. Es gelingt dem Verfasser, der sie als potentielle Tautomerie — die Tautomerie als potentielle Ionisation — bezeichnet, aber nicht, die Nützlichkeit dieser Einführung klarzumachen. Überhaupt sind die Definitionen durchgehend ohne Schärfe. Statt exakter Begriffsbestim-

mungen werden häufig ganz schiefe Bilder gegeben: „Die Entropie verhält sich zur Energie etwa wie der zunehmende Schatten, den die sinkende Sonne wirft.“ Dabei kommt es, wenn der Verfasser populär sein will, zu Geschmacklosigkeiten, wie wir sie in deutschen Büchern nicht gewohnt sind. Der Referent kann es sich nicht versagen, als ein Beispiel den Versuch wiederzugeben, den der Verfasser macht, um die durchaus nicht schwer zu verstehende Tatsache deutlich zu machen, daß die Ozonzersetzung im Lichte bei Anwesenheit von Chlor unabhängig von der Ozonkonzentration und nur abhängig von der Chlorkonzentration verläuft: „Denken wir uns, es sei eine begrenzte Anzahl von Scharfrichtern an der Arbeit, und es sei eine gewisse Anzahl von Opfern zur Enthauptung bestimmt. Die Scharfrichter mögen mit Aufgebot ihrer ganzen Leistungsfähigkeit arbeiten; dann wird im stationären Zustande die Köpfungsgeschwindigkeit von der Anzahl der zu köpfenden Opfer unabhängig sein, wenn diese durch die Henkersknechte in Ruhe gehalten werden. In Wirklichkeit kann man sich denken, daß jede Überzahl an Opfern die Henker verwirren, ihre Leistungsfähigkeit verringern und die Reaktionsgeschwindigkeit vermindern dürfte. Ein ähnliches Beispiel würde ein Barbierladen liefern. Die Geschwindigkeit der Umwandlung unrasierter Kunden in rasierte hängt nur in sehr geringem Maße von der tatsächlichen Anzahl der anwesenden Kunden ab; sie ist direkt proportional der Anzahl und der Leistungsfähigkeit der Übergangskomplexe (Barbier — Kunde), die aktuell nur während der Reaktion und als die Reaktionskerne vorhanden sind, und deren Aufhören, vorausgesetzt, daß die Aktivität des Baders, gleich jener des Chlors im Lichte, konstant erhalten bleibt, unvermittelt mit der Erschöpfung eines Schubes von Kunden zusammenfallen wird.“

Bemerkt sei noch, daß mehrfach ganz überflüssige neue Begriffe eingeführt werden. Ein „Elektrion“ nennt der Verfasser „ein Bündel von Elektronen gleichen Ursprungs, das mit derselben Anfangsgeschwindigkeit entspringt und daher durch denselben Geschwindigkeitsgradienten verbunden ist.“

Daß der Übersetzer den Verfasser häufig nicht verstanden hat, wird man ihm nicht verargen. Seine Arbeit war gewiß nicht erfreulich. Sie war aber auch nicht notwendig. Alfred Coehn, Göttingen.

Doelter, C., Die Farbe der Mineralien, insbesondere der Edelsteine. Heft 27 der Sammlung „Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik“. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1915. IV, 96 S. und 2 Abb. Preis M. 3,—.

Die durch Farbe gekennzeichneten Minerale sind entweder *eigenfarbig* oder *gefärbt*. Die Eigenfarbe gehört einem reinen Stoffe als solchem an, z. B. Schwefel gelb, Zinnober rot, Malachit grün. Die Fremdfarbe dagegen kann dreierlei Ursache haben: 1. Mischkristallbildung, 2. das Vorhandensein von makroskopisch oder mikroskopisch sichtbaren Einschlüssen, 3. das Vorhandensein eines Fremdstoffes in submikroskopischer, kolloider Verteilung. Die Färbung durch Mischkristallbildung ist meist leicht zu erklären, weil der Fremdstoff gewöhnlich in analytisch nachweisbarer Menge vorhanden ist und seine Eigenfarbe im Mischkristall beibehält. Auch die Färbung durch mit bloßem Auge oder mikroskopisch sichtbare Einschlüsse bietet keine Schwierigkeit. Dagegen ist die Färbung durch ein hochdisperses Pigment (Teilchen nur ultramikroskopisch oder auch in der Weise nicht sichtbar) in ihrer Ursache

nur höchst mangelhaft bekannt, vor allem, weil der chemische Nachweis des Pigmentes in den allermeisten Fällen versagt. Der Verfasser betont mit Nachdruck, daß dasselbe Pigment bei verschiedener Teilchengröße ganz verschiedene Färbungen hervorrufen kann. Die Farbänderung durch Temperaturwechsel und durch Bestrahlung mit Kathoden-, Röntgen-, Radium- oder ultravioletten Strahlen dürfte zum Teil darauf beruhen.

Der Verfasser behandelt den Gegenstand beschreibend, ohne auf die physikalische Natur der Farberschei-

nungen einzugehen. Das Werkchen bekommt dadurch einen etwas fragmentarischen Charakter. Allerdings ist es bei den meisten der mitgeteilten Beobachtungen zurzeit noch nicht möglich, sie als Beispiele von bekannten physikalischen Gesetzen aufzufassen. — Das S. 5 über Absorption Gesagte ist mit den Beobachtungen am Epidot nicht im Einklang. Auf S. 7 wird der Cordierit versehentlich den einachsigen Mineralen zugerechnet. Auf S. 13 wird reines Zinkkarbonat als grün, auf S. 64 richtig als farblos bezeichnet.

H. E. Boeke, Frankfurt a. M.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Meteorologische Zeitschrift; Heft 7, Juli 1916.

Die Höhe der Schneedecke in Norddeutschland; von G. Lachmann † und G. Schwalbe. Die Ergebnisse der vorstehenden Arbeit, die nach dem Tode G. Lachmanns durch G. Schwalbe vollendet wurde, lassen sich kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen: 1. Im Flachlande nimmt die Zahl der Tage mit Schneedecke von West nach Ost zu (von weniger als 20 im Rheinland und Nordseegebiete bis über 100 in Masuren). Dasselbe gilt von der mittleren Maximalhöhe (über 20 im Osten, unter 10 im äußersten Westen). Ebenso beträgt die Zwischenzeit zwischen erster und letzter Schneedecke im Westen weniger als 100, in Masuren aber etwa 150 Tage. 2. Im Gebirge nimmt die Zahl der Tage auf 100 m Erhebung um 10–13, im Rheinland um 17 Tage zu. Die Maximalhöhen nehmen mit der Höhe schnell zu (auf den höchsten Erhebungen bis über 1 m im Mittel und auf 2½ m in besonderen Fällen). Die Zwischenzeit zwischen erster und letzter Schneedecke beträgt am Fuße der Gebirge etwa 100, auf den höchsten Erhebungen 210 Tage; doch konnte die Abhängigkeit der Zahl der Tage von Temperatur und Niederschlagshöhe festgestellt werden. Es zeigt sich, daß die Luvseite der Gebirge mehr Schneedecke hat als die Leeseite.

Über die Herleitung von Tagesmitteln der Lufttemperatur aus den Terminbeobachtungen; von Paul Schreiber. Der Verfasser untersucht mit Hilfe der Sinusreihen für die tägliche Periode der Lufttemperatur die Fehler, welche bei der Bildung der Tagesmittel aus drei Terminbeobachtungen entstehen. Er tritt dafür ein, daß diese Tagesmittel durch einfache Mittelbildung aus den drei Beobachtungen abgeleitet werden. An diesen Mitteln sind dann Korrekturen: „Konstante \times Differenz der Extremtherm.“ anzubringen. Die Korrektionsgleichungen können nach den in der Abhandlung abgeleiteten Differenzen: „Wahre Mittel — Terminmittel“ aufgestellt werden.

Bemerkungen zu der Abhandlung von Franz Linke „Über die atmosphärische Quelle der durchdringenden Strahlung“; von Karl Bergwitz. F. Linke war in der genannten Abhandlung zu dem Resultate gekommen, daß sich die in großen Höhen beobachtete Ionisierungsstärke der durchdringenden Strahlung durch eine horizontal ausgebreitete Strahlungsquelle in etwa 20 km Höhe erklären ließ. K. Bergwitz nimmt nun zunächst an, daß der radioaktive kosmische Staub — die Strahlungsquelle — „reinsten“ Radiumstaub ist, dann müßte in einem Kubikmeter Luft 1 Zentigramm Radium enthalten sein. Von der von Linke angenommenen radioaktiven Substanz müßte noch mehr an aktiver Substanz im Kubikmeter sein, da die γ -Strahlen derselben durchdringender sind wie die des Radium C. — Ein Vergleich mit dem Radiumgehalte anderer irdischer Stoffe zeigte, daß dann der Gehalt an Radium in einem Gramm Luft in 20 km Höhe $2,7 \times 10^7$ mal so groß als in 1 g Eruptivgestein wäre. — Außerdem berechnet Bergwitz, daß die nur zu 1 km Dicke angenommene Staubschicht ebenso trübe wie eine Schicht von 2 m Dicke dichtesten Nebels einer Cumuluswolke

sein müßte. — Eine andere Möglichkeit, daß der kosmische Staub erst im inaktiven Zustand zur Erde fällt, ist nicht denkbar, wenn nicht neue Hypothesen aufgestellt werden sollen.

Geographische Zeitschrift; Heft 7, Juli 1916.

Der nördliche Seekriegsschauplatz. II, III. (Ostsee, Nordsee und Kanal); von Ludwig Mecking. Seekriegsschauplatz II, III ist die Fortsetzung des im vorigen Heft erschienenen (allgemeinen) Teils und behandelt im einzelnen die geographischen Verhältnisse der englischen und der deutschen Operationsbasis in der Nordsee mit anschließender Charakteristik des militärischen und wirtschaftlichen Kampfes, ebenso die russische Operationsbasis, die verschiedenen Typen der deutschen Ostseeküste sowie die Beltsee und den Kieler Hafen.

Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 7, 1916.

Die Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste am 13. Januar und 16.–17. Februar 1916; von L. Großmann. An der Hand von je sechs von der Biscayasee, Großbritannien und Island bis nach dem Innern Rußlands reichenden Wetterkarten von Morgen und Abend des 12.–14. Januar und 15.–17. Februar, die sich auf einer beigelegten Tafel befinden, gibt der Verfasser eine Darstellung der Entwicklung und des Verlaufs der beiden Sturmwirbel, welche die Sturmfluten hervorgerufen haben; über den Gang des Barometers und die Richtung und Stärke der Winde geben die eingehend besprochenen Aufzeichnungen der Instrumente von Stationen der Seewarte sowie von dem meteorologischen Observatorium in Bremen, in Verbindung mit Beobachtungen der Sturmwarnungsstellen der Seewarte Aufschluß. Besonders behandelt werden die Zeit und Höhe der in beiden Sturmfluten beobachteten höchsten Wasserstände, mit dem merkwürdigen Ergebnis, daß in beiden Fällen die höchsten Wasserstände mit wenigen Ausnahmen zeitiger eintreten sind, als sie unter gewöhnlichen Verhältnissen zu erwarten waren. Am Schluß findet sich ein Vergleich der diesjährigen Wasserstände mit früheren Sturmfluten an der Nordsee, deren Höchstwasserstände sich, bis 1825 zurückreichend, auf einer Tabelle zusammengestellt finden.

Neue Beobachtungen über die Ausbreitung starker Schallwellen in der Atmosphäre; von P. Ludewig. Es werden Beobachtungen über die Hörbarkeit des Kanonendonners mitgeteilt, die längs der Westfront im Jahre 1915 gemacht worden sind. Sie enthalten neben vielen Einzelheiten den Nachweis der Tatsache, daß die Hörbarkeit von der Jahreszeit abhängig ist, und daß der Übergang im Mai und September stattfindet.

Kalenderreform; von W. Köppen. Der Aufsatz soll den rührigen Werbefeldzug des Herrn H. Rese für eine Verbesserung unserer mangelhaften Jahresenteilung unterstützen. Die Aufgabe ist, die Einteilung einheitlich und möglichst einfach rhythmisch zu machen, bei möglichst geringer Änderung des Bestehenden. Dies

wird erreicht, wenn: der 1. Januar stets ein Sonntag ist; der erste Monat jedes Quartals 31, die übrigen 30 Tage haben, wozu noch Sylvester als 31. Dezember und Schalttag als 31. Juni kommen. Ostern fällt auf den 8. April. Das Übrige bleibt, wie es ist. Hiernach kann sich jeder die ewige Datums-tafel selbst entwerfen. Der Aufsatz gibt kurz die Begründung und Geschichte dieser Anordnung.

Die Häfen der britischen Kolonie Neufundland. 3. Häfen am südlichen Teil der Ostküste Neufundlands. (Schluß des 3. Teiles.) (Amtlich.)

Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 8, 1916.

Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten im Winter 1915/16 (amtlich). In dienstlichem Auftrage bearbeitet von G. Reinicke. Im verflossenen, allgemein als mild zu bezeichnenden Winter haben die mittleren Temperaturen an den deutschen Küsten nur im November unter den langjährigen Werten gelegen, Eisschwierigkeiten sind an der Nordsee nur für wenige Tage und nur für kleine Segler, an der Ostsee aber in stärkerem Maße eingetreten. Nach Osten hin haben sie zugenommen, doch ist die Dampfschiffahrt auf Gewässern, die für die Winterschiffahrt in Frage kommen, nicht geschlossen gewesen. Auf dem Seekanal von Pillau nach Königsberg sind Eisbrecher an 75 Tagen tätig gewesen.

Die Verschiebung des synodischen Luftdrucksystems unter dem Einfluß der 18,6-jährigen Mondperiode; von F. Schuster. Die Abhandlung bringt in deutlichen Charakterkurven zur Anschauung, wie die doppelphasige Luftdruckwelle aus dem synodischen Monat im Lauf von zweimal 18,6 Jahren, also von zwei Mondzirkeln, eine regelmäßige Verschiebung im Sinne der Bewegung des Mondzirkels erfährt und wie nach Aufhebung der Verschiebung sich die dem synodischen Monat zugehörige Doppelwelle wieder in schöner Regelmäßigkeit ergibt. Man erhält also eine Vorstellung von gesetzmäßigen Vorgängen in unserer Atmosphäre.

Physikalische Zeitschrift; Heft 13, 1916.

Über Stromschwankungen in Vakuumröhren bei Gegenwart von Alkalimetallen, ihre Bedeutung für den Entladungsvorgang und für die Messung äußerst kleiner Lichtintensitäten; von J. Elster und H. Geitel. In lichtelektrischen Alkalimetallzellen treten dicht unter dem Entladungspotentiale auch im Dunkeln Stromschwankungen auf. Sie werden häufiger bei Zutritt geringster Lichtmengen sowie von γ -Strahlen. Auch in Vakuumröhren mit beliebigem Elektrodenmaterial zeigt sich dieselbe Erscheinung, nachdem eine leuchtende Entladung hindurchgegangen ist, und zwar infolge von Reduktion sehr kleiner Mengen von Alkalimetall an den unvermeidlichen alkalihaltigen Verunreinigungen der Elektroden. Die Vermehrung der Stromschwankungen in Alkalimetallen durch Licht ist ein äußerst empfindliches Hilfsmittel zur Erkennung von kleinen Beleuchtungsstärken, die bis zu einem Grenzwerte von $3 \cdot 10^{-9}$ Erg cm² sec⁻¹ nachgewiesen werden konnten. Es lassen sich auf diesem Wege Flächenhelligkeiten erkennen und bis zu einem gewissen Grade messen, die das Auge nicht mehr wahrnimmt.

Ergänzung zu dem Aufsatz über die Fortpflanzungseigenümlichkeiten des Schalles; von F. Nölke. Die in dem früheren Aufsatz (Phys. Zeitschr. Heft 3, 1916) vorgetragene Erklärung, nach welcher die weite Hörbarkeit des Geschützdonners auf eine Zurückbiegung der Schallstrahlen an und in Inversionsschichten zurückzuführen ist, erfährt in dem vorliegenden Aufsatz eine weitere Ausgestaltung. Zunächst wird gezeigt, daß die Zerteilung des Hörbarkeitsgebietes in eine innere und äußere Zone für die Erscheinung nicht wesentlich ist, da die sog. „Zone des Schweigens“ nur unter gewissen Bedingungen zur Ausbildung gelangt.

Ferner wird die Abhängigkeit der Erscheinung von der Jahres- und Tageszeit besprochen und endlich eine Reihe von Beobachtungen angeführt, die die Erklärung stützen oder durch sie eine einfache Deutung finden (Fliegerbeobachtungen, Richtung der ankommenden Schallstrahlen, Einfluß der Belaubung der Bäume, der Richtung des Windes usw.).

Fragen der Pyro- und Piezoelektrizität der Kristalle. I. Vorkommen und Eigenschaften der zentrisch-symmetrischen Erregungen; von W. Voigt. Gegenüber den zahlreichen theoretischen und experimentellen Untersuchungen über polare Pyro- und Piezoelektrizität von Kristallen ist der prinzipiell nicht minder wichtige Fall der entsprechenden zentrisch-symmetrischen Erregungen bisher nur wenig bearbeitet. Der Verfasser entwickelt theoretisch die Form, in der die bez. Erscheinungen auftreten, und berichtet über Beobachtungen zu ihrem Nachweis. Im Eingang der Arbeit ist eine Reihe für die Theorie notwendiger Beziehungen der Tensoranalysis zusammengestellt.

Physikalische Zeitschrift; Heft 14, 1916.

Zur kinetischen Theorie der Verdampfung; von A. March. Der Ableitung des Dampfdruckgesetzes wird die Vorstellung zugrunde gelegt, daß sich zwei Flüssigkeitsmoleküle mit einer der gegenseitigen Entfernung proportionalen Kraft anziehen. Diese Anziehungskraft soll aber nur auf eine gewisse Entfernung reichen. Das eine Molekül wird dann das zweite in einer Kreisbahn umlaufen, deren Radius mit wachsender Temperatur zunimmt und für die kritische Temperatur die Grenze des Anziehungsbereiches erreicht. Dieses molekularmechanische Modell wird im Gleichgewicht gedacht mit dem umgebenden Dampfraum und die Dichte des Dampfes nach dem Boltzmannschen e -Theorem bestimmt. Das Ergebnis dieser Rechnung ist die von der Waals empirisch aufgestellte Dampfdruckformel.

Wellen von elementarer Schwingungsform in Flüssigkeiten und Gasen; von K. Uller. Es werden die Schallwellen in der Art, wie sie der Verfasser den elastischen und elektromagnetischen Wellen bereits gegeben hat, dargestellt. Während die bisher übliche nur für einfache Wellen gilt, gibt diese neue den allgemeinsten Bau der Wellen, und zwar in einheitlicher Fassung.

Fragen der Pyro- und Piezoelektrizität der Kristalle II; von W. Voigt. Die bez. elektrischen Eigenschaften der Kristalle beruhen nach Lord Kelvin auf diesen Körpern eigenen, dauernden elektrischen Momenten, deren Wirkungen aber im natürlichen Zustand durch auf der Oberfläche influenzierte Ladungen kompensiert werden. Es wird untersucht, ob und inwieweit die Beobachtung der Erregung durch Temperaturänderung und Deformation eine quantitative Bestimmung jener dauernden Momente gestattet.

Über den lichtelektrischen Effekt und die β -Strahlung radioaktiver Substanzen; von P. S. Epstein. Kurzer Auszug aus einer in den „Ann. d. Phys.“ erscheinenden Abhandlung.

Die Röntgenspektren der Elemente Na bis Cr; von Manne Siegbahn und Wilhelm Stenström. Die Untersuchung ist eine Fortsetzung der von den Verfassern früher ausgeführten Bestimmungen der K -Reihenspektren der Elemente. Es kommt bei den leichtesten Elementen noch eine schwache Doppellinie hinzu ($\alpha_3 \alpha_4$), gleichzeitig damit werden die β_1 - und β_2 -Linien kontinuierlich geschwächt. Sonst sind die Spektren durchweg von demselben Typus wie die früheren. Eine entgegengesetzte Behauptung findet sich bei Mosley, Phil. Mag. 27, 1914, 703.

Über Wollastondraht; von C. Benedicks. Goldblatt wird so dünn wie 0,09 μ ($1 \mu = 0,001$ mm) hergestellt; Wollastondraht (nach Versilbern ausgezogener Draht; Silber abzuätzen) nicht dünner als vom Durchmesser

1 μ . Läßt sich feinerer, zusammenhängender Draht überhaupt nicht ziehen, oder wird er beim Abätzen zerrissen? Mitgeteilte Beobachtungen des Verfassers scheinen anzugeben, daß das Abätzen bis jetzt in wenig rationeller Weise stattfand. Als rationell wird folgende Vorgangsweise angegeben. Der Draht wird 1. am unteren Ende beschwert (Platindrähtchen angeknotet), 2. etwa geradlinig gezogen und durch schwache Erhitzen entspannt (innere Spannungen des Silbers sind gefährlich!), schließlich 3. in erwärmte starke Salpetersäure allmählich eingetaucht. Einzelheiten sind im Original nachzulesen; das Abätzen erfolgt recht sicher in etwa $\frac{1}{4}$ Stunde, während früher 24 Stunden und mehr nur unsicher zum Ziel führten.

Archiv für Elektrotechnik; Band 4, Heft 9, 1916.

Die graphische Lösung von Differentialgleichungen höherer Ordnung; von A. Schwaiger. Es wird ein Verfahren bekanntgegeben, Differentialgleichungen, die besonders in der Technik vorkommen, auf graphischem Wege zu lösen. Das Verfahren ist auch für solche Fälle anwendbar, wo die analytische Methode versagt.

Die Messung des elektromagnetischen (Pointingschen) Energieflusses. Messung des lokalen Eisenverlustes; von W. Rogowski. Die Gesamtverluste eines Stromkreises setzen sich zusammen aus den Verlusten in der Strombahn (Kupferverlusten) und den Verlusten im elektromagnetischen Felde (Eisenverlusten, dielektrischen Verlusten). In einem beliebig herausgegriffenen Teile des Feldes wird somit ein gewisser Betrag an Energie verloren gehen. Der Verfasser stellt sich nun die Aufgabe, diesen Teilbetrag (lokalen Verlust) zu messen. Seine Grundlage bildet die Pointingsche Lehre von dem elektromagnetischen Energiefluß. Seine Meßmethode ist nichts anderes als eine Methode, diesen Fluß zu messen. Die Hilfsmittel sind Wattmeter und magnetische Spannungsmesser. Der Verfasser mißt zur Prüfung seiner Methode die Eisenverluste in den mittleren Partien eines Epsteinbündels. Er vergleicht seine Ergebnisse mit dem am ganzen Epsteinbündel durch übliche Messungen gefundenen Wert. Die Übereinstimmung ist befriedigend.

Unterteilung und Wechselstromwiderstand; von W. Rogowski. Zur Unterdrückung von Wechselströmen benutzt man in der drahtlosen Telegraphie Litzen, im Maschinenbau „verschränkte Stäbe“. Der Verfasser beschäftigt sich mit der Frage: Wie weit soll man jene Leitergebilde unterteilen? Im allgemeinen nimmt der Wechselstromwiderstand anfangs mit der Unterteilung zu. Erst von einer gewissen Unterteilung ab sinkt er. Am besten ist es, man treibt die Unterteilung so weit, daß man das „Widerstandsminimum“ unterschreitet. In der drahtlosen Telegraphie stellt man einen gewünschten Querschnitt dadurch her, daß man mehr oder weniger Drähte zu einer Litze verdreht. Für einen gegebenen Durchmesser des Einzeldrahts lassen sich dann Grenzwellenlängen angeben, jenseits deren der massive Draht günstiger ist als die Litze. Diese Grenzwellenlängen hängen nun von der Drahtzahl ab. Für die Drahtdurchmesser 0,12 und 0,07 mm sind die Grenzwellenlängen der Arbeit zu entnehmen.

Zeitschrift für Elektrochemie; Band 22, Heft 11/12, 1916.

Weiteres über die Entladung durch Strömen in engen Röhren elektrisch erregten Benzins in geerdeten Auffanggefäßen; von D. Holde. Verfasser berechnet in Verfolg einer ihm von Herrn E. Warburg gegebenen Anregung die Entladezeiten elektrisch erregten Benzins für die in Frage kommenden Leitfähigkeiten aus letzteren, der Dielektrizitätskonstante und der Lichtgeschwindigkeit nach einem bekannten allgemeinen Satz der Physik. Es ergibt sich, daß die vom Verfasser gegebene Erklärung der momentanen Entladung des erregten Benzins (Durchwirbelungsvorgänge) sich mit den nach Warburgs Vorschlag berechneten Entladezeiten gut in Einklang bringen lassen.

Nach diesen Berechnungen werden Leitfähigkeiten von $\alpha = 4 \cdot 10^{-13}$, die man durch minimale Zusätze von Essigsäure oder Alkohol zum Benzin erzielt, zur fast momentanen Entladung genügen, auch wenn keine Durchwirbelung stattfindet. Damit sind die Gefahrenmöglichkeiten noch weiter reduziert als bisher.

Über eine Klasse von Löslichkeitsbeeinflussungen; von H. v. Euler und E. Löwenhamm. Als Beispiel für eine große Gruppe von Löslichkeitserhöhungen wird das Verhalten von Salicylsäure und Benzoesäure in Benzollösung angegeben. Während diese Säuren in Wasser ihre Löslichkeit nach dem Massenwirkungsgesetz erniedrigen, erhöht sich die Löslichkeit derselben in der gemeinsamen Benzollösung im angenäherten Verhältnis zu den Löslichkeiten im reinen Lösungsmittel; es treten hierbei komplexe Moleküle Salicylsäure-Benzoesäure auf.

Über die Konstitution der Manganverbindungen; von Jul. Meyer. Es wird gezeigt, daß man, entgegen einer Behauptung M. Sems (Z. Elch. 21, S. 426, 1915), aus der Farbe der Lösungen keineswegs auf die Existenz von 2 Reihen von Manganisalzen schließen kann. Die Existenz der Manganinitrate ist sehr zweifelhaft. Die Semsche Behauptung, daß in den Manganisalzlösungen das Gleichgewicht $2 \text{Mn}^{+++} \rightleftharpoons \text{Mn}^{++} + \text{Mn}^{++++}$ besteht, trifft für das Chlorid nicht zu. In den Manganisalzen ist das Mangan dreiwertig und nicht als Gemisch des 2- und 4-wertigen Mn vorhanden.

Das Abklingen der im Licht entstandenen Aktivität des Chlors, nach Versuchen von Hugh Stott Taylor; von Max Bodenstein. Strömendes Chlor wurde belichtet und mischte sich kurz danach in einer Kapillare aus schwarzem Glas mit seitlich zugeführtem Wasserstoff. Auch bei größter Strömungsgeschwindigkeit fand keine Bildung von Chlorwasserstoff statt: die im Licht gewonnene Aktivität des Chlors verschwindet vollständig in $\frac{1}{1600}$ Sekunde. Natürlich wurden sehr reine Gase angewandt, wie sich beim Belichten derselben nach der Mischung durch lebhaftere Umsetzung nur leichte Explosion ergab. Für die Theorie der photochemischen Vereinigung von Chlorknallgas wichtiges Ergebnis.

Zeitschrift für Elektrochemie; Band 22, Heft 15/16, 1916.

Beiträge zur Kenntnis der elektrolytischen Abscheidung des Nickels aus seinen Chloridlösungen. II. Über das Blättern des Nickels; von R. Riedel. Es wurde gefunden, daß das Blättern des Nickels bei seiner elektrolytischen Abscheidung aus kalten Nickelchloridlösungen auf Nickelnkathoden beseitigt werden kann: 1. dadurch, daß man, sei es auf mechanischem Wege, sei es durch Anätzen mit heißen Säuren, die Kathode vor der Elektrolyse stark anraucht, oder 2. dadurch, daß man die Kathode zunächst in einem anderen elektrolytischen Bade nach irgendeinem anderen Verfahren mit einem festhaftenden Nickelniederschlag überzieht und die Elektrolyse erst darauf in der kalten Chloridlösung beginnt.

Beitrag zur Kenntnis der galvanischen Vermessung; von A. Hönig. Die starke Polarisation der Kupferabscheidung aus cyanalkalischer Lösung, die etwa das Salz K_2CuCy_3 enthält, verschwindet, wenn man das Kupfer aus einer Lösung des Salzes KCuCy_2 abscheidet. Vom Ruhepotential steigt hier die Stromdichtepotentialkurve ähnlich steil an, wie etwa für die Silberabscheidung aus cyanalkalischer Lösung. Durch allmählich gesteigerten Cyanalkalzusatz zu KCuCy_2 steigt die Polarisation immer weiter an, bis zu den Werten, die eine von vornherein vorhandene Lösung von K_2CuCy_3 zeigt. Auch Zusatz von K_2ZnCy_4 zu KCuCy_2 bewirkt starke Polarisation der Kupferabscheidung, so daß auch aus solchen Lösungen — gemäß den längst bestehenden Erfahrungen der Technik — Messingabscheidung zu erreichen ist, sogar bei sehr kleinen Stromdichten. Durch Stehenlassen oder Aufkochen der cyanidreicheren Lösungen werden die Abscheidungspotentiale des Kupfers

erhöht. Dies deutet auf die Möglichkeit, daß dünne Niederschläge von Kolloiden für die Polarisierung des Kupfers aus der cyanalkalischen Lösung verantwortlich sind; würde sich das bestätigen, so läge hier mechanische kathodische Passivität vor.

Zeitschrift für Elektrochemie; Band 22, Heft 17/18, 1916.

Dissoziation des Bromdampfes nach Versuchen von Fritz Cremer; von Max Bodenstein. Im Anschluß an eine Untersuchung von Starck und Bodenstein über die Dissoziation des Joddampfes wurde die Reaktion $\text{Br}_2 = 2 \text{Br}$ mit möglichster Genauigkeit untersucht. Der Druck einer in eine 280 cm große Quarzbirne eingeschlossenen Brommenge wurde bei verschiedenen Temperaturen bis 1300° C gemessen. Druckmessungen mit dem Quarzglasmanometer mit Kompensation, Temperaturmessungen mit Thermoelementen, auch mit Kompensation, die im gleichen Apparat, nach Füllung desselben mit Stickstoff, als Stickstoffthermometer eingeschlossen waren. Heizung elektrisch, Folienwicklung von Platin, Hilfsheizungen an den Enden des Rohrs, wodurch Temperatur örtlich innerhalb 0,2° gleichmäßig. Ofen und Birne in einem Druckkessel, so daß Druck der Broms auf die Quarzwand durch Gegendruck kompensierbar. 6 Reihen mit verschiedenen Brommengen. Größte Dissoziation 18% bis 1285° C und gegen 1 Atm. Druck. Berechnungen im Anschluß an das Nernstsche Theorem. Chemische Konstante des atomeren Broms 1,9.

Der Molekularzustand des Wassers als Lösungsmittel; von W. Herz. Nach der Oberflächenspannung erscheint das molekulare Verhalten des Wassers durch Auflösung einer festen Substanz in geringem, mit wachsender Konzentration steigendem Maße verändert. Die Sicherheit, mit der man nach Kistiakowsky aus der Oberflächenspannung auf die Molekulargröße von Flüssigkeiten schließen kann, entspricht der Gültigkeit der bekannten Trontonschen Regel.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 8, 1916.

Proctotrupes reicherti nov. spec., ein Parasit von Quediäslarven in Wespennestern; von Günther Enderlein. Dieser Parasit schmarotzt bei in Wespennestern von *Vespa vulgaris* als Schmarotzer lebenden Käfern aus der Familie Staphylinidae und schlüpfte im zeitigen Frühjahr. Gezüchtet wurde diese interessante Art bisher erst zweimal von Herrn Abr. Reichert, Maler für Naturwissenschaften in Leipzig, einem Spezialisten in der Biologie der Wespenester, und zwar im Februar 1900 und 1916. Der Schmarotzer zeichnet sich durch eine fast einfarbige tiefschwarze Farbe und durch sehr kurze Fühlerpubeszenz von den verwandten Arten aus.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 9, 1916.

Vorkommen der Sumpfelritze, Phoxinus phoxinus Pallas, bei Danzig; von A. Seligo. Die Sumpfelritze ist ein äußerlich einem Schleie ähnliches, etwa fingerlanges Fischchen, das in Tümpeln bei Danzig ziemlich häufig ist. Sie ist von der Bachelritze durch die gedrungene Körperform, das Fehlen der großen dunklen Seitenfleck und den Besitz zahlreicher, unregelmäßig verteilter dunkler Punkte leicht zu unterscheiden und gehört der Art nach zu dem von Pallas aus Sibirien beschriebenen *Phoxinus phoxinus*.

Vergleichende Morphologie des 1.—4. Abdominalsternites der Coleopteren und Beziehungen des Metathorax zu denselben; von Karl W. Verhoeff. Verfasser stellt phylogenetische Stufen der Anpassung des 1. bis 4. Abdominalsternites an den Metathorax auf, wobei es nach und nach zu immer vollkommeneren Gelenkgruben kommt für die Hinterhüften. Besonders lehrreiche Abstufungen der Anpassung des 2. und 3. Sternites liefern die *Lamellicornia*.

Die Anpassungen des Metathorax an die Abdominalbasis sind bei *Adephagen* und *Heterophagen* verschieden und betreffen bei letzteren namentlich eine *Bauchgrube* des Metasternium, welche zur Aufnahme des großen processus abdominalis bestimmt ist, während bei ersteren Hüftengruben und Hüftenringe in Betracht kommen.

Systematische und tiergeographische Bemerkungen über einige glazialmarine Relikte des Kaspischen Meeres; von Sven Ekman. Morphologische Untersuchungen über *Chiridothea entomon*, *Gammaracanthus loricatus* und *Pontoporeia affinis* aus schwedischen Gewässern zeigten, daß ihre Variationsweite größer ist, als man es bisher angenommen hat. Daher ist *Ch. entomon f. caspia* Sars als besondere Varietät zu streichen, *Gammaracanthus caspius* Sars und *Pontoporeia microthalma* Sars nur als Varietäten der oben genannten Arten zu betrachten. Auch läßt sich konstatieren, daß die glazialen Derivate des Kaspischen Meeres ebenso viele sind, als diejenigen des Ostseebeckens, und daß im ganzen erstere den glazialen Stammformen nicht unähnlicher geworden sind als letztere. Dies spricht sehr zugunsten der zwar geologisch noch nicht ganz sichergestellten Annahme einer ehemaligen innigen Verbindung des Kaspischen Meeres mit dem Eismeere.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 10, 1916.

Neue Tetrabothriden aus Vögeln; von O. Nybelin. Beschreibt vorläufig sechs neue Arten der Gattung *Tetrabothrius* Rud.: *T. jägerskiöldi* n. sp. aus *Cephus grylle* (L.), *T. polyorchis* n. sp. aus *Fregata ariel* (Gould), *T. fuhrmanni* n. sp. aus *Thalassogeron chlororhynchus* (Gm.), *T. filiformis* n. sp. und *T. gracilis* n. sp., beide aus *Majaquens aequinoctialis* (L.), *T. skoogi* aus *Puffinus griseus* (Gm.). Für *Tetrabothriden* ohne männlichen Kloakenkanal und muskulöse Genitalkloake wird die neue Gattung *Chaetophallus* mit der Art *robustus* n. sp. aus *Thalassogeron chlororhynchus* aufgestellt.

Bemerkungen über einige niedere Wirbeltiere der Anden von Kolumbien mit Beschreibungen neuer Arten; von F. Werner. Trotzdem in den letzten Jahren namentlich durch Boulanger auf Grund der Sammlungen von Pratt u. a. neue Kenntnisse über die Reptilien und Amphibien von Kolumbien sich sehr erweitert haben, enthält das von dem sorgfältigen Sammler Fassi zusammengebrachte Material doch wieder eine ansehnliche Zahl neuer Arten nebst manchen Seltenheiten. Unter ersteren ist *Goniptychus bicolor*, der nicht nur eine noch unbeschriebene Art, sondern auch eine neue Gattung vertritt, ferner *Prionodactylus columbiensis*, die 14. bekannte Art dieser vorhandenen Gattung, deren sämtliche Arten in einer Bestimmungstabelle zusammengefaßt werden, eine neue *Anclisart* (*Anclis tolimensis*) und vier neue Schlangen, den Gattungen *Atractus*, *Tropidodipsas* und *Leptognathus* angehörig, endlich 3 Arten von Fröschen zu nennen. Die Tiere stammen vorwiegend aus den Zentral- (1500 bis 1700 m) und Ostkordilleren (Bogota, 2700 m).

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 11, 1916.

Formvariationen felsenbewohnender Seeigel der nördlichen Adria; von Thilo Krumbach. Lebende Seeigel der vier adriatischen Flachseeformen *Paracentrotus lividus* (Lamarck), *Psammechinus microtuberculatus* (Blainville), *Sphaerechinus granularis* (Lamarck) und *Arbacia lixula* (Linné) werden mit und ohne Stacheln mit dem Millimetermaß gemessen, gewogen, auf die Sinkgeschwindigkeit im Wasser sowie auf ihre Festigkeit beim Fall in freier Luft geprüft. Die Tabellen werden sodann in 7 Figuren graphisch verarbeitet, was zu einigen Urteilen über den Formwert der Arten und Individuen führt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 42.

20. Oktober 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Über mikrochemische Arbeitsmethoden. Von *Prof. Dr. F. Emich, Graz*. S. 625.

Eine mögliche Erklärung für die scheinbare Flachheit des Himmelsgewölbes. Von *Dr. Wilhelm Schmidt, Wien*. S. 632.

Besprechungen:

Doflein, Franz, Der Ameisenlöwe. Von *R. Heymons*. S. 634.

Hess, R., Der Forstschutz. Von *F. W. Neger*. S. 637.

Zoologische und anthropologische Mitteilungen:

The status of the beavers of western north America. A study of the structure of feathers. Studien an Gefangenen aus den k. u. k. Gefangenenlagern. Beitrag zur vor- resp. frühgeschichtlichen Zeit Frankreichs. S. 637—640.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Demnächst erscheint:

Die quantitative organische Mikroanalyse

Von

Dr. Fritz Pregl

o. ö. Professor der medizinischen Chemie und Vorstand des medizinisch-chemischen Instituts
an der Universität Graz

Mit etwa 38 Textabbildungen

In Leinwand gebunden Preis etwa M. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 18 36 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen

Von

Dr. Hans Meyer

o. ö. Professor der Chemie an der Deutschen Universität zu Prag

Dritte, vermehrte und umgearbeitete Auflage

Mit 323 in den Text gedruckten Figuren

Preis M. 42,—; in Moleskin gebunden M. 44.80

Inhaltsübersicht:

Erster Teil.

Reinigungsmethoden für organische Substanzen und Kriterien der chemischen Reinheit. — Elementaranalyse. — Ermittlung der Molekulargröße.

1. Vorbereitung der Substanz zur Analyse. Reinigungsmethoden für organische Substanzen. 2. Kriterien der chemischen Reinheit und Identitätsproben. Bestimmung der physikalischen Konstanten. 3. Elementaranalyse. — 4. Ermittlung der Molekulargröße.

Zweiter Teil.

Ermittlung der Stammsubstanz.

1. Abbau durch Oxydation. 2. Alkalischmelze. 3. Reduktionsmethoden.

Dritter Teil.

Qualitative und quantitative Bestimmung der organischen Atomgruppen.

1. Nachweis und Bestimmung der Hydroxylgruppe. 2. Nachweis und Bestimmung der Carboxylgruppe. 3. Nachweis und Bestimmung der Carbonylgruppe. 4. Methoxylgruppe und Äthoxylgruppe. — Höhere Alkoxyle. — Methylenoxydgruppe. — Brückensauerstoff. 5. Primäre, sekundäre und tertiäre Amingruppen. — Ammoniumbasen. — Nitrilgruppe. — Isonitrilgruppe. — An den Stickstoff gebundenes Alkyl. — Betaingruppe. — Säureamide. — Säureimide. 6. Diazogruppe. — Azogruppe. — Hydrazingruppe. — Hydrazogruppe. 7. Nitroso- und Isonitrosogruppe. — Nitrogruppe. — Jodo- und Jodosogruppe. — Peroxyde und Persäuren. 8. Schwefelhaltige Atomgruppen. 9. Doppelte und dreifache Bindungen. — Gesetzmäßigkeiten bei Substitutionen. 10. Organische Mikroanalyse nach Fritz Pregl. — Mikro-Schwefel- und Halogenbestimmung nach Jul. Donau. — Nachträge.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

20. Oktober 1916.

Heft 42.

Über mikrochemische Arbeitsmethoden.

Von Prof. F. Emich, Graz.

Wenn der Naturforscher bemüht ist, an Versuchsmaterial zu sparen, ohne dabei an Genauigkeit und Sicherheit zu verlieren, so verdient ein solches Bestreben die weitestgehende Förderung. Dem gedachten Standpunkt tragen die mikrochemischen Methoden bekanntlich¹⁾ in besonderem Maße Rechnung, denn sie haben die Aufgabe, chemische Versuche mit geringen Mengen von Substanz durchzuführen, mit Mengen, die wesentlich kleiner sind, als man beim gewöhnlichen oder „Makro“-Verfahren benutzt. Wollen wir den Unterschied etwas genauer feststellen, so zeigt sich, daß die Grenze nicht immer scharf zu ziehen ist. Beim gewöhnlichen *qualitativen* Verfahren arbeitet man oft in der Proberöhre mit einem zehntel bis zu etwa zehn Kubikzentimetern; die Mikrochemie bedient sich des „Tröpfchens“, auch wird sie in der Regel Lupe oder Mikroskop zu Hilfe nehmen, um die entscheidende Veränderung zu beobachten. In der *quantitativen* Analyse rechnet man heute alle jene Bestimmungen zu den Mikrobestimmungen, die mit einem Aufwand von einigen Milligrammen oder weniger möglich sind. — Im übrigen wünschen wir ja natürlich keinen Gegensatz zwischen Mikro- und Makromethoden, wir streben eher eine Verschmelzung an, und es ist z. B. ganz belanglos, ob eine Schmelzpunkts- oder eine nephelometrische Bestimmung zu den eigentlichen Mikromethoden gerechnet wird oder nicht²⁾.

¹⁾ Vgl. diese Zeitschrift 1915, S. 693.

²⁾ Vorliegende Darstellung, die ich auf Wunsch der Redaktion dieser Zeitschrift verfaßt habe, lehnt sich im qualitativen Teil an einen vor der Naturforscherversammlung in Königsberg i. Pr. gehaltenen Vortrag an. Vgl. Naturwissenschaftl. Rundschau 1910, S. 585 und 624. — Es würde mich sehr freuen, wenn der Aufsatz einen oder den anderen Naturforscher veranlassen würde, den Mikromethoden näher zu treten. „Die Mikromethoden besitzen den Makromethoden gegenüber ausgesprochene Vorzüge“, und man beobachtet oft, „daß die, die den Mut hatten, sich mit den Mikromethoden zu beschäftigen, die Schwierigkeiten, sofern sie wirklich bestehen, leicht überwinden und, einmal damit vertraut, die Mikromethoden den Makromethoden vorziehen“ (Ivar Bang). Von der Auf-führung der vollständigen Literatur muß ich, ihres großen Umfanges halber, absehen. Man findet sie u. a. in folgenden Quellen: 1. Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. 43, S. 10 (1910). 2. F. Emich, Lehrbuch d. Mikrochemie, Wiesbaden 1911. 3. Die Fortschritte der Mikrochemie, Cöthener Chemiker-Zeitung, 1911, S. 637, 1913, S. 1461, 1915, S. 789 u. Fortsetzungen. 4. Als letzte und umfangreichste Neuerscheinung auf dem Gebiete sei noch erwähnt: Behrens-Kley, Mikrochemische Analyse von P. D. C. Kley, zugleich 3. Aufl. der Anleitung z. mikrochem. Analyse von H. Behrens. Leipzig und Hamburg 1915.

A. Qualitativer Teil.

Beginnen wir mit dem *qualitativen* Teil, so ist es angebracht, zwei Gruppen von Methoden zu unterscheiden, nämlich erstens speziell mikrochemische und zweitens solche, die sich auf eine Anpassung der Makromethoden zurückführen lassen.

I. Speziell mikrochemische Methoden.

Die Ausarbeitung der speziell mikrochemischen Methoden ist das unsterbliche Verdienst von Heinrich Behrens, der in der Zeit von 1874 bis 1905 an der Polytechnischen Schule zu Delft gewirkt und das daselbst noch bestehende mikrochemische Laboratorium begründet hat. H. Behrens wählt im Anschluß an K. Haushofer, Boricky, Streng u. a. zum mikrochemischen Nachweis der Stoffe hauptsächlich solche „Erkennungsformen“, die ein hervorragendes Kristallisationsvermögen besitzen, und man kann sein System infolgedessen passend das der „Kristallfällungen“ nennen. Daneben wünscht Behrens noch, daß die Erkennungsformen ein großes Molekularvolumen aufweisen; wir dürfen hinzufügen, daß sie möglichst *charakteristische* Kristalle bilden sollen und solche, deren Formen nicht allzu sehr vom Milieu und den sonstigen Entstehungsbedingungen abhängen.

Demgegenüber sei daran erinnert, daß man bei den Erkennungsformen der Makroanalyse entweder hervorragende Schwerlöslichkeit oder intensive Farbe verlangt. Diese Verschiedenheit bringt es mit sich, daß Mikro- und Makroanalyse häufig nicht immer mit denselben Erkennungsformen arbeiten, z. B. zieht Behrens beim Nachweis des Silbers das Chromat gegenüber dem Chlorid vor. Dabei bringt er, wenn möglich, das feste Reagens in die zu untersuchende Lösung oder umgekehrt¹⁾.

¹⁾ Die Bildung solcher Kristallisationen gehört zu den schönsten Versuchen mit dem Projektionsmikroskop. Für einen zusammenfassenden Vortrag empfehle ich etwa die folgenden Umsetzungen.

Lösung:	Fester Stoff:	Umsetzungsprodukt:
1. 2% AgNO ₃ + 10% HNO ₃ 1:1;	K ₂ Cr ₂ O ₇	Ag ₂ Cr ₂ O ₇
2. Kryst. Aluminiumnitrat 1:3	KHSO ₄	Alaun
3. Goldchlorid + Bromnatrium 1:1:30	Salzs. Guanidin	Guanidinbromaurat
4. Pikolinsäure 1:30	Kupfervitriol	Pikolins. Kupfer

Man nimmt natürlich etwas mehr als bei einer mikrochemischen Analyse, z. B. 1–2 Tropfen Lösung und einige Milligramme festen Stoffes. Erstere befindet sich auf einem „Objektträger mit aufgeklebtem Glasring“. Man stellt zuerst auf die Lösung ein und wirft dann die feste Substanz dazu. Ein Deckglas ist unnötig. Vergrößerung etwa 400-fach, also z. B. Objek-

Der kristallisierte Zustand bietet die Möglichkeit, eine Reihe von Merkmalen teils qualitativ, teils quantitativ festzustellen, die beim makrochemischen Verfahren gar nicht oder nur unvollkommen berücksichtigt werden. Denn da man auf relativ große Kristalle hinarbeitet, kann man oft ihre Winkel messen, das Lichtbrechungsvermögen ermitteln und überhaupt das Verhalten im polarisierten Licht zur Charakteristik benutzen. Beispielsweise ist man imstande, die Nadeln des Anthrachinons von vielen anderen dadurch zu unterscheiden, daß sie, in Nitrobenzol eingebettet, im polarisierten Licht *verblässen*, wenn ihre Längsrichtung mit dem Hauptschnitt des Nicols zusammenfällt, während sie in anderen Lagen gut hervortreten. Hübsche Fälle von Pleochroismus, die man mikrochemisch verwerten kann, zeigen bekanntlich das Yttriumplaticyanür und etwa die Verbindungen von α -Naphthochinon mit Hydrochinon oder von Chloranil mit Dimethylanilin¹⁾.

Natürlich wird die Bildung bestimmter *Kristallformen* oft durch die Entstehungsbedingungen beeinflusst. Dieser Umstand, sowie namentlich auch die Schwierigkeit, die Reagenzien in sehr kleinen Mengen richtig zu dosieren, bringen es mit sich, daß die erfolgreiche Anwendung unserer Methoden im allgemeinen etwas mehr Übung erfordert als die Ausführung der gewöhnlichen Epruvettenreaktionen. Wenn ich trotzdem an dieser Stelle den Wunsch wiederhole, daß die qualitativen mikrochemischen Methoden in Zukunft mehr als bisher in den Unterrichtslaboratorien berücksichtigt werden möchten, so geschieht dies in der festen Überzeugung, daß Lehrer und Schüler für die aufgewendete Mühe reichlich entschädigt werden würden. Denn das Arbeiten mit kleinen Mengen schärft die Fähigkeiten von Hand und Auge in hervorragender Weise.

Der am meisten in die Augen springende Vorteil der mikrochemischen Reaktionen ist ihre Empfindlichkeit. Die früher erwähnte Reaktion gelingt z. B. mit dem fünf- bis zehntausendsten Teil eines Milligramms Silber, und von ähnlicher Größenordnung ist die Empfindlichkeit der meisten mikrochemischen Reaktionen; in einzelnen Fällen gelingen sie sogar noch mit einem millionstel Milligramm und weniger.

Man wird vielleicht einwenden, daß eine derartige weitgehende Empfindlichkeit keinen er-

heblichen Wert habe, weil der Chemiker nur selten in die Lage komme, solch kleine Stoffmengen aufsuchen zu müssen. Hierauf ist selbstverständlich zunächst zu erwidern, daß vom Standpunkt der wissenschaftlichen Forschung keine Methode zu fein sein kann und daß bisher jede Vervollkommnung der Methoden auch die Naturerkenntnis gefördert hat. Die hervorragende Empfindlichkeit der Mikromethoden kann aber auch praktisch von Nutzen sein, wenn es sich darum handelt, Spuren eines Stoffes neben großen Mengen eines anderen aufzufinden. Auf diesen Fall kommen wir noch zurück.

Nächst der Empfindlichkeit werden als weitere Vorteile der mikrochemischen Arbeitsweise ihre Zuverlässigkeit, ferner in vielen Fällen die Schnelligkeit der Ausführung und die Einfachheit des Inventars gerühmt.

Einen besonderen Vorrang wird man den Methoden zuerkennen, wenn es sich um den *lokalisierten Nachweis* einzelner Stoffe handelt. Hiervon haben namentlich die Botaniker, dann aber auch die Mineralogen längst weitgehende Anwendungen gemacht¹⁾. — Bisher haben wir stillschweigend vorausgesetzt, daß der Analytiker nur *einen* bestimmten Stoff aufzusuchen habe. Vermutet er eine größere Anzahl Stoffe, so können die betreffenden Reaktionen mitunter *neben- oder nacheinander* am Objektträger ausgeführt werden. Im ersteren Fall ist es — worauf namentlich *N. Schoorl* aufmerksam gemacht hat — sehr wichtig, das sogenannte „Grenzverhältnis“ zu kennen. Z. B. hat sich gezeigt, daß die tiefbraunen, würfelförmigen Kristalle von Kaliumkupferbleinitrit, welche zum Nachweis von Kupfer und Blei sehr geeignet sind, noch entstehen, wenn das erstere Metall neben der tausendfachen Menge des letzteren vorhanden ist. Dann nennt man die Zahl 1000 das Grenzverhältnis. Häufig war dem genannten Autor die Feststellung des Grenzverhältnisses darum nicht möglich, weil er sich keine genügend reinen Präparate verschaffen konnte, z. B. fand er in allen Handelspräparaten von Blei- oder Wismutsalzen Spuren von Kupfer.

Auch für den Fall, daß die Reaktionen *nacheinander* am Objektträger ausgeführt werden sollen, sei ein Beispiel angeführt. Es liege eine Mischung vor, in der man Calcium, Aluminium und Magnesium vermutet; dann setzt man zuerst etwas Schwefelsäure zu, die gegebenenfalls die Abscheidung von Gipsnadeln hervorbringt. Man trennt die Lösung mittels der Platinnadel von ihnen („schleppt ab“) und bringt hierauf ein Körnchen Cäsiumchlorid hinzu. Das Auftreten einer Kristallisation von *Cäsiummalaun* beweist die Gegenwart des zweitgenannten Ions. In der dritten Abschleppung wird endlich mittels

tiv A (3) und Okular 1 von *Zeiß (Reichert)* bei 2 m Schirmabstand. Die Kristallisation soll zuerst ganz ungestört vor sich gehen. Sind nach einigen Minuten große, hübsche Kristalle entstanden, so kann man z. B. bei Nr. 2 einen Störungsversuch durch Kratzen mit der Platinnadel machen.

¹⁾ Man macht fast nur von schwachen und mittleren Vergrößerungen Anwendung und kommt daher in der Regel mit einem relativ einfachen Mikroskop aus. Drehbarer Objektisch und Polarisationsvorrichtung sind allerdings nicht zu entbehren. Für viele Zwecke leistet außerdem ein binokulares Instrument ausgezeichnete Dienste.

¹⁾ Über botanische Mikrochemie vergl. *H. Molisch*, Mikrochemie der Pflanze, Jena 1913, und *O. Tunmann*, Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913. Über mineralogische Mikrochemie etwa *E. Weinschenk*, Die gesteinsbildenden Mineralien, Freiburg 1907.

Ammoniak und Phosphorsalz auf Magnesium geprüft. — Nicht in allen Fällen ist eine Trennung in so einfacher Weise möglich; ein systematischer Gang, bei dem nur Behrenssche Reaktionen zur Anwendung kämen, fehlt noch und wird auch kaum je gefunden werden.

Im übrigen hat *Behrens* nicht nur für die anorganischen Ionen schöne Reaktionen angegeben, sondern auch für zahlreiche *organische* Stoffe¹⁾. Bei der Fülle des Materials darf es nicht wundernehmen, daß dieser Teil der Mikrochemie noch sehr ausbau- und, sagen wir es offen, auch verbesserungsfähig ist. An dieser Stelle könnten die Arbeiten von *Bolland*, *Grutterink*, *G. van Iterson jr.* und *Kley* erwähnt werden.

II. Die Anpassung der Makromethoden an die Forderungen der Mikrochemie.

Da, wie eben erwähnt, die Behrensschen Reaktionen für verwickelte Fälle oft nicht ausreichen, ist man genötigt, eine andere Arbeitsweise zu Hilfe zu nehmen. Es ist dies die *Verkleinerung der makrochemischen Behelfe* oder die Anpassung der Makromethoden an die Forderungen des Mikrochemikers.

Hier kommt in erster Linie die Behandlung der Niederschläge durch Filtrieren und Dekantieren in Betracht, denn auf solche Weise können wir die gebräuchlichen Trennungsmethoden auf entsprechend kleine Mengen anwenden.

Das *Dekantieren* der Niederschläge kann bekanntlich mittels der Zentrifuge sehr beschleunigt werden. Man bedient sich dabei kleiner Hand- oder elektrischer Apparate, die bei einem wirksamen Halbmesser von rund 10 Zentimetern zwei- bis dreitausend Umdrehungen in der Minute machen. Die betreffenden Lösungen kommen entweder in kleine Probe- oder Spitzröhrchen oder man arbeitet mittels „ausgezogener Röhrchen“, d. h. mittels Kapillaren von etwa einem Millimeter Durchmesser²⁾. Sie eignen sich besonders für ganz kleine Flüssigkeitsmengen und gestatten fast alle Manipulationen, die in der qualitativen Niederschlagsbehandlung notwendig sind. Zahlreiche Vorschläge beziehen sich auf das *Filtrieren* kleiner Flüssigkeitsmengen, die älteren Methoden rühren von *Haushofer* und *Streng* her, die neueren von *Kley*³⁾, *Strzyzowski*⁴⁾ und mir⁵⁾. Von den Methoden der Ultrafiltration wird man ebenfalls gelegentlich Gebrauch machen⁶⁾.

Auch an dieser Stelle müssen wir die Untersuchungen von *N. Schoorl* hervorheben, welcher gezeigt hat, wie sich durch passende Kombination der Makro- und Mikromethoden *alle* metallischen

Bestandteile eines anorganischen Gemisches systematisch auffinden lassen. *Schoorl* hat dabei nicht nur auf den einfacheren Fall Rücksicht genommen, daß die aufzusuchenden Elemente in relativ großen Mengen vorliegen, sondern auch auf den viel schwierigeren, daß Spuren eines Elements neben großen Mengen eines anderen auszumitteln sind¹⁾.

In das Kapitel der Anpassung der Makromethoden gehört auch die Verwendung von Gespinnstfasern zu mikrochemischen Versuchen. Färbt man z. B. Kokonfäden mit Lackmus, so kann die erhaltene „Lackmusseide“ zum Nachweis von weniger als einem millionstel Milligramm Säure oder Alkali dienen.

In dem bisherigen ist auf den sogenannten „nassen Weg“ Rücksicht genommen worden, der bekanntlich am häufigsten benutzt wird. Das Bestreben der Mikrochemie muß aber dahin gerichtet sein, *alle* Merkmale des Stoffes zu verwerten, die zu seiner Kennzeichnung dienen; wie dies gedacht ist, dürfte aus den folgenden Andeutungen hervorgehen. Da die *Schmelzpunktbestimmungen* und das Verhalten der Kristalle im *polarisierten Licht* schon gestreift wurden, erwähnen wir zunächst die Bestimmung der *Dichte*; es sind hierbei sowohl Wägungsmethoden (*Brill*, v. *Wartenberg*, *Kley*) wie auch das Schwebeverfahren (*Retgers*) anwendbar²⁾. *Farbe* und *Absorptionsspektrum* können an kleinen Flüssigkeitsmengen gleichfalls ermittelt werden. Von großer Wichtigkeit sind die *Sublimationsmethoden*, die beim anorganischen Arbeiten namentlich bei der Vorprüfung, dann aber auch zu Trennungen dienen. Man benutzt teils einfache Hilfsmittel (Sublimation von Objektträger zu Objektträger³⁾, S. im ausgezogenen Röhrchen⁴⁾, teils besondere Apparate (*Jolys* Apophorometer, *Fletchers* Mikrooofen). Ähnliches gilt für die Mikrosublimation organischer Stoffe (*O. Tunmann*, *Rob. Eder* u. a.). Wir erwähnen, daß es zahlreiche *Erhitzungsmikroskope* und *Erhitzungsvorrichtungen* gibt (*Doelter*, *Jentsch*, *Siedentopf* u. v. a.), auch ein *Mikropyrometer* (*G. K. Burgeß*) ist kürzlich erfunden worden. Viele prächtige und zum Teil wertvolle Beobachtungen gestattet das *H. Lehmannsche Fluoreszenzmikroskop*. Wir können *Elektrolysen* unter dem Mikroskop beobachten und die Beobachtungen qualitativ (und quantitativ) verwerten usw. Nicht zuletzt verdienen an dieser Stelle noch *Ultramikroskop* und *Tyndallmeter* (*W. Mecklenburg*) angeführt zu werden.

Neben dieser Fülle von Behelfen sind einige

¹⁾ Anleitung zur mikrochemischen Analyse der wichtigsten organischen Verbindungen, 4 Hefte. Hamburg und Leipzig 1895—1897 bzw. 1908.

²⁾ Vergl. Z. f. analyt. Chemie 54, 493.

³⁾ *Behrens*, Mikrochem. Analyse, 3. Aufl., S. 17.

⁴⁾ Österr. Chem.-Ztg. 1913, S. 123.

⁵⁾ Lehrbuch d. Mikrochemie, S. 52.

⁶⁾ Vgl. etwa *Beckhold*, Kolloide in Biologie und Medizin. Dresden 1912.

¹⁾ Vergl. namentlich *Schoorl*, Beiträge zur mikrochemischen Analyse. Wiesbaden 1909. (Sonderabdruck aus der Z. f. analyt. Chemie.) Auch die oben zitierte, von *Kley* herausgegebene dritte Auflage des Behrensschen Buches bringt die Schoorlschen Methoden; ich glaube nur, daß der Anteil dieses Forschers dabei etwas deutlicher hätte hervorgehoben werden sollen.

²⁾ Vgl. etwa *Behrens*, Mikrochem. Analyse, 3. Auflage, S. 258.

³⁾ Lehrbuch d. Mikrochemie, S. 20; *Behrens*, Mikrochem. Analyse, 3. Aufl., S. 188, 195.

⁴⁾ Z. f. analyt. Chemie 54, S. 493.

Beobachtungen bemerkenswert, die mit den denkbar einfachsten Mitteln zustande kommen; es sei erinnert an die Glühreaktion von *Curtmann* und *Rothberg* und an die merkwürdige Lumineszenzreaktion auf Wismut und Mangan von *Jul. Donau*.

Wir schließen den qualitativen Teil mit dem Hinweis auf einige Arbeiten, in denen die Mikroanalyse zur Lösung technisch-chemischer Probleme mitherangezogen wurde. Ich meine damit hauptsächlich die Untersuchungen von *Hemmes* und von *Mylius* und *Groschuff* über *Glas*, von *Keisermann* über *Portlandzement*, von *Gino Gallo*, *R. Grengg* und *Cavazzi* über *Gips*, endlich von *Wilhelm Ostwald* und *E. Raehlmann* über *Farbstoffe* und *Bindemittel*.

B. Quantitativer Teil.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß schon das mikroskopische Bild im allgemeinen eine gewisse *Schätzung* der Menge erlaubt. Dies bedeutet einen Vorteil, der namentlich gegenüber dem Arbeiten mit dem Spektroskop hervorgehoben werden muß; denn, wenn dieses auch bekanntlich einen der allervollkommensten Behelfe der Mikroforschung darstellt, so macht sich bei seiner Anwendung doch die sehr verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Reaktionen mitunter unangenehm geltend. Man kann die Schätzung durch die *Messung* ersetzen und gelangt dann zu Methoden, die auf Kügelchen von Quecksilber und Edelmetallen und auch auf *zentrifugierte Niederschläge* angewandt worden sind. Die letztere Methode hat *H. J. Hamburger*¹⁾ zur Bestimmung des Kaliums ausgebildet und verwertet; es ist bemerkenswert, daß man hierbei das Waschen des Niederschlags erspart.

Des weiteren sind auch die sonst noch gebräuchlichen Methoden der quantitativen Analyse in das Mikrogebiet übertragen worden; in geschichtlicher Beziehung kann ich dabei zum Teil auf den kürzlich in dieser Zeitschrift²⁾ erschienenen Aufsatz über Mikrowagen verweisen.

I. Gasanalyse.

Die Gasanalyse ist namentlich von *Aug. Krogh* bearbeitet worden³⁾. Er wendet zweierlei Methoden an, bei der einen werden *Gasbläschen*, bei der anderen *Gassäulen* gemessen. Das erstere Verfahren gestattet Luftanalysen mit einer Genauigkeit von 1—2 %, beim letzteren betragen die Fehler bloß 0,1—0,2 %. Da Explosionen bei so kleinen Gasmengen — es handelt sich um einige Kubikmillimeter — nicht in Betracht kommen, so arbeitet man nur mit Absorptionsmitteln. Die Methoden haben für Versuche an kleinen Tieren (z. B. Raupen) gute Dienste geleistet, die Anwendbarkeit ist aber noch eine beschränkte, da die Gasgemische nicht immer über Quecksilber, sondern zum Teil über Wasser gemessen bzw. aufge-

fangen werden müssen. In das Gebiet der Mikrogasanalyse gehören auch noch die berühmten Versuche *W. Ramsays* über die Radiumemanation⁴⁾. Weiter sei noch ein Apparat von *Ph. A. Guye* und *Germann*⁵⁾ erwähnt, der mit etwas kleineren Mengen arbeitet als der (zweite) Kroghsche Apparat und sehr exakt zu sein scheint. Auch *Brodie* und *Cullis*⁶⁾ haben Apparate zur Mikrogasanalyse angegeben.

II. Maßanalyse.

Die Maßanalyse mit kleinen Substanzmengen ist grundsätzlich in zweierlei Weise möglich: man kann entweder die Maßflüssigkeiten stark verdünnen und die gewöhnliche Bürette benutzen oder die gewöhnlichen Maßflüssigkeiten in kleinere Büretten einfüllen⁴⁾. Beide Wege sind betreten worden, obwohl man beim ersteren sehr bald auf eine Grenze stößt, wo die weitere Verdünnung keinen Nutzen mehr bringt. So haben *Mylius* und *Förster* kleine Alkalimengen mittels $\frac{n}{1000}$ -Lösungen unter Anwendung von ätherischem Jodeosin als Indikator titriert. Kleine Büretten werden teils von der üblichen Form benutzt, teils sind besondere Apparate, z. B. die *F. Pilchische* Titriervorrichtung (abgeändert von *A. V. Sahlstedt*) angegeben worden. Die kleinste schätzbare Menge ist z. B. $\frac{1}{2000}$ mg Schwefelsäure, d. h. man erreicht noch etwas mehr, als die Genauigkeit der gebräuchlichen Mikrowagen beträgt. Übrigens sind nicht nur alkali- und acidimetrische Bestimmungen möglich, sondern auch Titrationen mit Jod und neuestens mit Formaldehyd⁵⁾.

III. Gewichtsanalyse.

1. Rückstandsbestimmung.

Unter Rückstandsbestimmungen sollen jene einfachsten gewichtsanalytischen Bestimmungen verstanden werden, bei welchen das Ausgangsmaterial durch bloßes Erhitzen (eventl. unter Anwendung besonderer Reagentien, z. B. Schwefelsäure) in die Wägeform übergeführt wird. Sie erfordern keine Manipulationen auf nassem Weg, d. h. keine Fällung und kein Waschen, und sind infolgedessen oft so gut wie frei von grundsätzlichen Fehlern. Man kann diese Bestimmungen dann geradezu zur Prüfung und Eichung der Mikrowage benutzen. Ihr Anwendungsbereich erscheint ziemlich weitgehend, wenn man bedenkt, daß zahlreiche Salze organischer Säuren und ebenso z. B. die Chloroplatinate, Chloraurate und Chromate der organischen Basen in solcher Weise analysierbar sind. Indem ich bezüglich einiger weiterer Daten wieder auf den Aufsatz über Mikrowagen (l. c.) verweise, möchte ich nur hervor-

¹⁾ Proc. Roy. Soc. London 84, A, 1911, 536.

²⁾ Chem. Zentralbl. 1914, II, 1179.

³⁾ Siehe etwa *Abderhaldens* Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden III, S. 658 (Berlin und Wien 1910).

⁴⁾ Vergl. auch den Absatz über Kjeldahlbestimmungen weiter unten.

⁵⁾ *A. Clementi*, Chem. Zentralbl. 1916, I, 1267, 1268.

¹⁾ Biochem. Z. 71, 416, und 74, 414.

²⁾ Diese Zeitschrift 1915, S. 693.

³⁾ Vgl. *Abderhaldens* Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden VIII, S. 495—560. Berlin und Wien 1915.

heben, daß z. B. W. Gray und W. Ramsay¹⁾ das Atomgewicht des Radiums durch eine Serie von derartigen mikroanalytischen Bestimmungen ermittelt haben.

2. Fällungsanalyse.

Zum Sammeln der Niederschläge benutzt man jetzt an Stelle der ursprünglich angewandten Papier-(Mikro-)Filter entweder *Platinfilterschälchen*, die dem Goochtiegel der Makroanalyse nachgebildet sind, oder kleine *Neubauertiegel* oder endlich *Asbestfilterröhrchen*.

a) Die *Filterschälchen* von Jul. Donau werden aus Platinfolie durch ein einfaches Preßverfahren hergestellt; sie besitzen einen doppelten, durchlöcherten Boden, der Zwischenraum ist mit Platinschwamm ausgefüllt, ihr Gewicht (ca. 0,05 g) gestattet, sie auf der modifizierten Nernstwage auszutariieren. Das Filterschälchen wird, wie aus Fig. 1 ersichtlich, auf die ebengeschliffene „Fil-

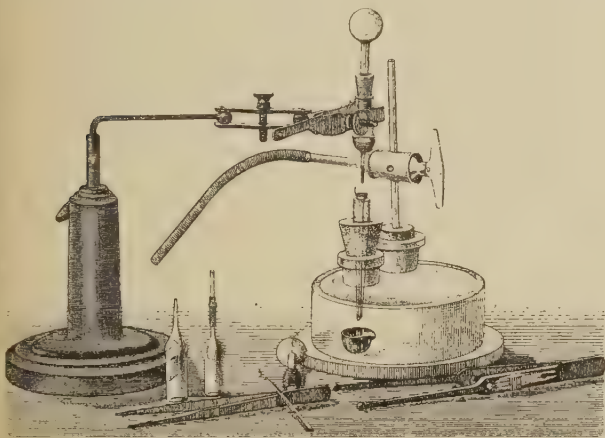


Fig. 1.

trierkapillare“ aufgelegt, an die es sich dicht anschmiegt. Die Fällung wird bei dem Verfahren, das der Abbildung entspricht, in dem mit der Kugel versehenen Röhrchen vorgenommen, aus dem die Lösung mit dem Niederschlag unten austritt. In anderen Fällen tariert man Fällungsgefäß und Filterschälchen zusammen aus usw.²⁾

b) Fritz Pregl nimmt die Fällung z. B. in einer gewöhnlichen Proberöhre vor und bringt den Niederschlag mittels eines Hebers in ein Asbest-Filterröhrchen, wie es in Fig. 2 abgebildet ist.

Das Filterröhrchen wird (ebenso wie der Neubauertiegel) mittels der Kuhlmannwage gewogen. Vgl. auch den Absatz über organische Elementaranalyse.

3. Elektroanalyse.

Die ersten quantitativen Elektrolysen rühren von O. Brill und Miss Evans her, die unter Benützung einer sehr empfindlichen Nernstwage das elektrochemische Äquivalent von Kupfer und

Antimon bestimmten. Später hat Dr. Donau elektrolytische Kupferbestimmungen ausgeführt; ferner liegen Arbeiten von E. H. Riesenfeld und Möller¹⁾, sowie von R. Heinze²⁾ über das Gebiet vor und endlich ist mit dem Gegenstand auch Prof. Fr. Pregl beschäftigt, dessen Gesamterfahrungen über Mikroanalyse demnächst veröffentlicht werden werden³⁾. Nach all dem Bekanntgewordenen ist den Mikroelektrolysen eine gute Prognose zu stellen.

4. Organische Elementaranalyse.

Die organische Mikroelementaranalyse nach Fritz Pregl erfreut sich, wie einer der besten Kenner der organisch-chemischen Arbeitsmethoden kürzlich hervorhob⁴⁾, „schon vielfach begeisterter Anwendung und ist zweifellos in absehbarer Zeit berufen, alle anderen Methoden aus dem Feld zu schlagen“⁵⁾. Natürlich müssen wir uns auch auf diesem Gebiete mit einer knappen Übersicht begnügen.

a) *Stickstoffbestimmungen* sind sowohl nach dem Prinzip der Dumasschen, wie nach dem der Kjeldahlschen Methode möglich.

Beim Dumasschen Verfahren benutzt Pregl ein Verbrennungsrohr aus Hartglas oder Quarz von 8—9 mm Durchmesser und 42 cm Länge. Es ist an einem Ende zu einer Kapillare ausgezogen, an die das „Mikroazotometer“ angeschlossen wird. Am anderen Ende tritt die Kohlensäure aus einem Kippschen Apparat ein, in dem unter Anwendung einiger einfacher Kunstgriffe ein möglichst luftfreies Gas erzeugt wird. Die Beschickung des Rohrs ist aus der Skizze Fig. 3 zu entnehmen. Das Mikroazotometer ist dem Schiffschens Anfangsapparat nachgebildet, es faßt 1,2 bis 1,5 cm³, gestattet 0,01 cm³ abzulesen und 0,001 cm³ zu schätzen. Eine Bestimmung erfordert je nach dem Stickstoffgehalt der Substanz 3—8 mg. Von dem ganzen Apparat gibt Fig. 4 eine Vorstellung.

Stickstoffbestimmungen nach einem Mikro-Kjeldahlverfahren hat zuerst F. Pilch ausgeführt; da das Preglsche Verfahren etwas einfacher ist, soll es allein besprochen werden. Pregl erhitzt die Substanz mit der Schwefelsäure in einer birnförmig erweiterten Hartglasproberöhre, aus der auch das Abdestillieren des Ammoniaks (im

¹⁾ Vergl. den Aufsatz über Mikrowagen.

²⁾ Vergl. Böttger, Z. f. Elektrochemie 1916, H. 3/4.

³⁾ Privatmitteilung.

⁴⁾ Hans Meyer, Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen (3. Aufl., Berlin, Springer, 1916), S. 981. Die erste ausführliche Beschreibung der Preglschen Methoden (Abderhaldens Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden V, 1307, Berlin und Wien 1912) ist durch neuere Erfahrungen Pregls vielfach überholt. Den folgenden Zeilen ist deshalb die H. Meyersche Darstellung zugrunde gelegt.

⁵⁾ Man beachte den Gegensatz, in dem diese Worte zur Ansicht P. D. C. Kleys stehen, der S. 8 in der im vorigen Jahre erschienenen 3. Aufl. von Behrens' Mikrochemischer Analyse schreibt: „Die Zeit ist jedoch noch nicht da, auch die quantitative mikrochemische Analyse für allgemeine Anwendung empfehlen zu können!“

¹⁾ Proc. Roy. Soc. London, 86, A, 1912, 278.

²⁾ Vergl. J. Donau, Monatshefte f. Chemie Bd. 36 (1915), S. 381, und Bd. 34 (1913), S. 553.

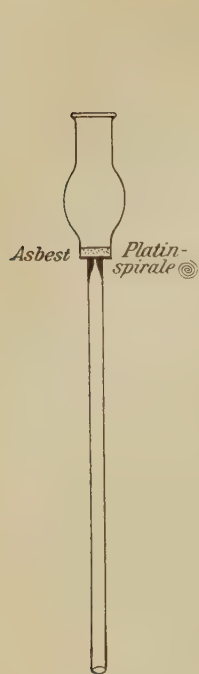


Fig. 2.

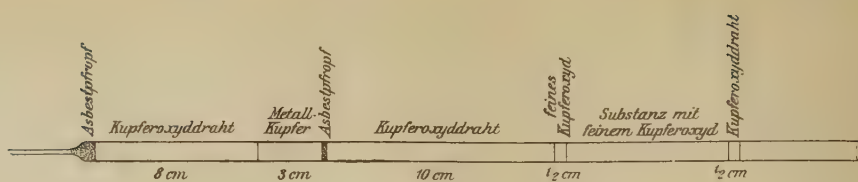


Fig. 3.

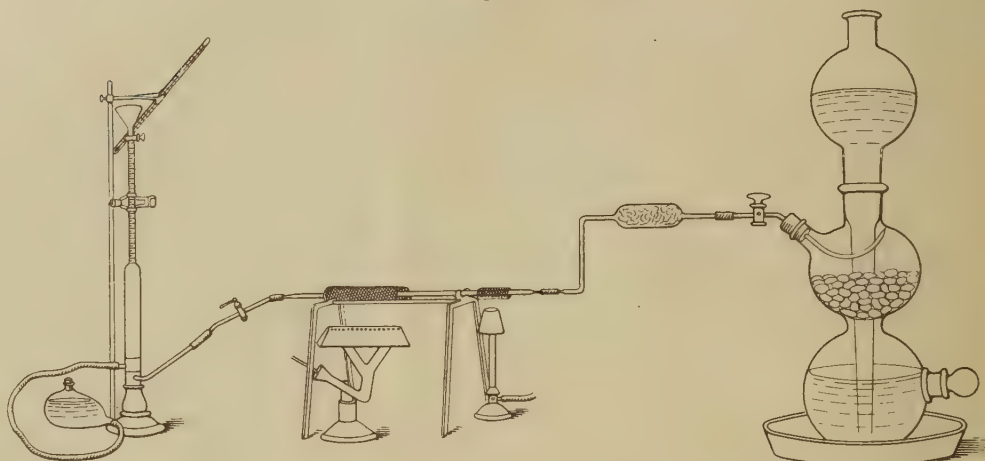


Fig. 4.

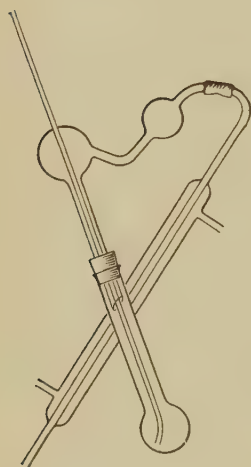


Fig. 5.

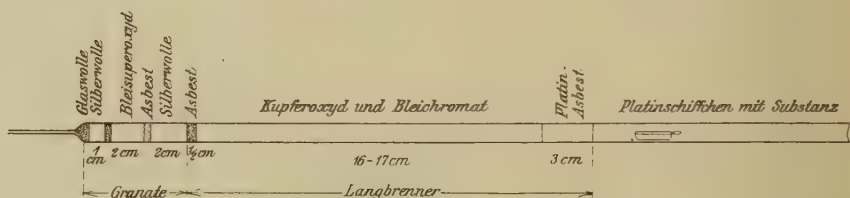


Fig. 6.

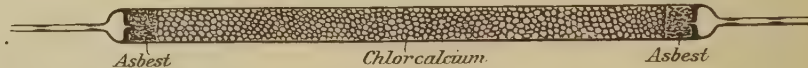


Fig. 7.

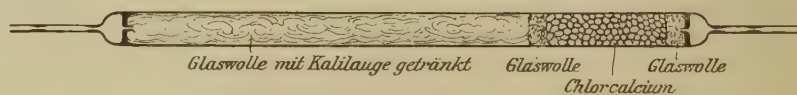


Fig. 8.

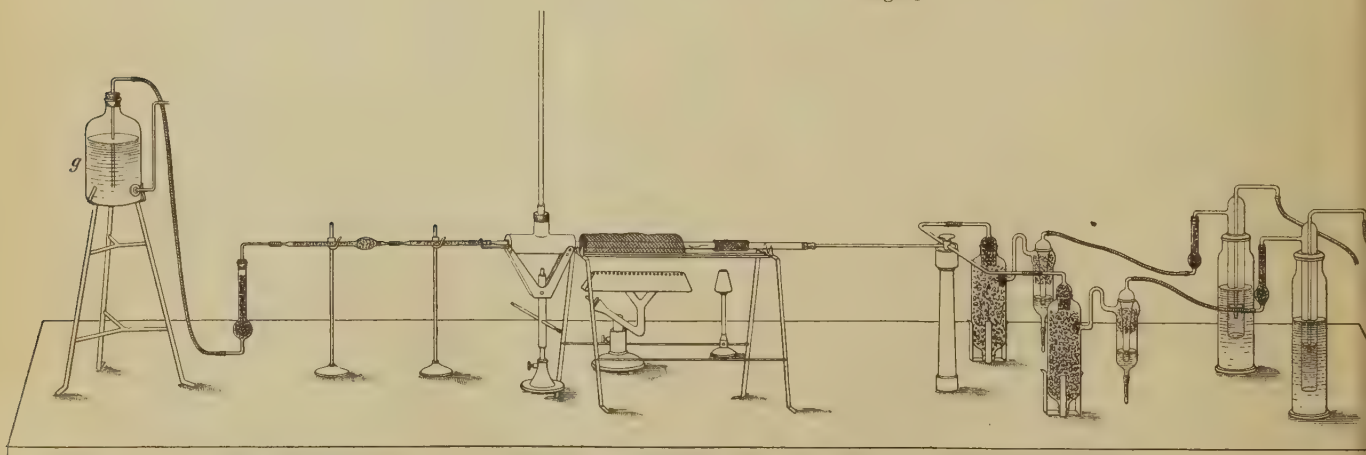


Fig. 9.

Dampfstrom) vorgenommen wird. Hierbei benutzt man den in Fig. 5 abgebildeten Apparat. Als Maßflüssigkeiten dienen $\frac{1}{70}$ normale Lösungen von Säure und Lauge, die von vornherein eine kleine Menge des Indikators (Methylrot) enthalten. Die Büretten fassen 10 cm³ und sind in $\frac{1}{20}$ cm³ geteilt. — Neuestens hat übrigens auch *Ivar Bang* ein Mikrokjeldahlverfahren angegeben¹⁾.

b) Die Bestimmung von *Kohlenstoff* und *Wasserstoff* nach *Pregl* erfordert natürlich auch verschiedene Vorsichtsmaßregeln, die beim Makroverfahren nicht in Betracht kommen. Beispielsweise müssen neue Kautschukschläuche einem künstlichen Alterungsverfahren unterworfen werden. — Die Beschickung des Verbrennungsrohrs, das die Abmessungen des oben erwähnten Dumasrohrs besitzt, ist aus Fig. 6 zu entnehmen.

Der mit der „Granate“ umgebene, vordere Teil des Rohrs wird durch sie auf 170—180° C erhitzt. In einem derart beschickten Rohr können alle Substanzen verbrannt werden. Die Absorptionsapparate, Chlorcalciumrohr und Kali- (bzw. Natronkalk-) Rohr, sind von 15 bzw. 18 cm Länge, von 7—8 mm Durchmesser und aus sehr dünnwandigem Glas gefertigt. Die Enden sind ausgezogen und eben geschliffen, einige weitere Einzelheiten mögen aus den Fig. 7 und 8 entnommen werden; von der ganzen Zusammenstellung gibt Fig. 9 ein Bild. Bemerkt sei noch, daß sich die feste Substanz in einem Platinschiffchen befindet und daß die Verbrennung im Sauerstoffstrom vorgenommen wird. Bei der Verbrennung von Flüssigkeiten ist eine besondere, aber einfache Vorrichtung zum Abwägen der Substanz erforderlich. Die eigentliche Verbrennung dauert nur 20—25 Minuten.

c) Bestimmung von *Halogen* und *Schwefel*. Die ersten Bestimmungen dieser Art führte Dr. *J. Donau* aus; dabei wurde die Substanz nach dem Verfahren von *Carius* oxydiert. Auch *Pregl* wandte dieses Prinzip ursprünglich an, ging aber dann zu einem neuen Weg über. Hierbei befindet sich die Substanz in einem Schiffchen, das in einem Verbrennungsrohr liegt. Die Verbrennung erfolgt im Sauerstoffstrom unter Verwendung eines „Platinsterns“ als katalytischen Mittels. Das frei gewordene *Halogen* wird mittels einer etwas Sulfit enthaltenden *Sodalösung* im kalten Teil des Rohrs absorbiert; die Lösung ist zu diesem Zweck auf Porzellanschrot verteilt. Nach der Verbrennung wird das Chlor aus der mit Säure übersättigten *Sodalösung* mittels Silbernitrat gefällt und am Filterröhrchen (Fig. 2) gesammelt.

Bei der *Schwefelbestimmung* wird ähnlich verfahren, das Porzellanschrot ist aber in diesem Fall mit *Perhydrol* benetzt. Die entstandene Schwefelsäure titriert man bei Abwesenheit von Halogen und Stickstoff unmittelbar nach der Zerstörung

des überschüssigen Wasserstoffsuperoxyds; sonst muß mittels Chlorbarium gefällt werden. — Wir bemerken schließlich, daß *Pregl* auch Methoxyl- (und verwandte) Bestimmungen sowie Bestimmungen des Molekulargewichts nach der Siedemethode ausgeführt hat¹⁾.

5. Einige weitere Bestimmungsmethoden.

Schließlich wollen wir noch einige Methoden erwähnen, die im Rahmen des Vorhergehenden nicht Platz gefunden haben. An manchen dieser Methoden hat namentlich die physiologische Chemie Interesse, da das Analysenmaterial, z. B. bei Blutuntersuchungen, aus verschiedenen Gründen oft ein sehr beschränktes ist; auch der dem Gebiet Fernerstehende ahnt, daß eine Fülle von Problemen in dem Augenblick lösbar wird, wo man leicht und an kleinen Substanzmengen feststellen kann, welche chemischen Veränderungen sich unter bestimmten Bedingungen im gesunden oder kranken Organismus vollziehen. Die Methoden sind teils physikalischer, teils chemischer Art.

a) Zu den physikalischen Methoden gehört vor allem die *Mikropolarimetrie*. Die ersten einschlägigen Versuche führte *J. Donau* aus. Wir benutzten Kapillaren aus undurchsichtigem Glas, die 0,4 mm lichte Weite besitzen und bei 5 oder 10 cm Länge weniger als 0,1 cm³ fassen. Sie können in das Wildsche Polaristrobometer eingelegt werden. Mit etwas mehr Flüssigkeit arbeitet man nach dem Verfahren von *Emil Fischer*, bei dem der gewöhnliche, große Polarisationsapparat mit dreiteiligem Feld benutzt werden kann. Die Kapillaren besitzen 1,5 mm lichte Weite, fassen 0,1 bis 0,2 cm³ und gestatten die Ablesungen mit einer Genauigkeit von 0,02 %. Da *Emil Fischer* auch eine Methode zur Bestimmung der Dichte von so kleinen Flüssigkeitsmengen ausarbeitete, genügt sein Verfahren allen Ansprüchen. Es hat dem Meister namentlich bei den Untersuchungen über die Polypeptide gute Dienste geleistet. — Wir erwähnen noch die refraktometrischen Methoden²⁾ sowie die Methoden von *J. Traube*³⁾ zur Bestimmung der Oberflächenspannung.

b) Die chemischen Methoden beziehen sich namentlich auf die Untersuchung von Blut und Serum. Ohne die Arbeiten von *Folin*, *Kober*, *D. D. van Slyke* u. a. zu berücksichtigen, sei nur auf die Methoden von *Ivar Bang* hingewiesen, die in dem schon erwähnten Werkchen⁴⁾ genau beschrieben werden. Danach ist die Bestimmung folgender Bestandteile des Blutes möglich: Chloride, Reststickstoff, Harnstoff, Gesamteiweiß,

¹⁾ Eine ältere Methode zur Bestimmung des Molekulargewichts rührt von *G. Barger* her.

²⁾ Vergl. *Robertson*, Chem. Zentralbl. 1915, II, 1058. Nach einem Vortrag, den Prof. *Pregl* kürzlich im hiesigen ärztlichen Verein hielt, können die refraktometrischen Methoden der Mikrochemie auch ohne Mikrorefraktometer wertvolle Dienste leisten.

³⁾ Vergl. Z. f. analyt. Chemie 55 (1916), 138.

⁴⁾ Methoden zur Mikrobestimmung einiger Blutbestandteile. Wiesbaden 1916.

¹⁾ Mikrobestimmung einiger Blutbestandteile. Wiesbaden 1916, S. 14.

Blutzucker, Fett, Wasser, Trockenmasse. Endlich sei an dieser Stelle das Mikrosaccharimeter von H. J. van Lutsenburg Maas und G. van Iterson Jr.¹⁾ angeführt.

Es ist sehr naheliegend, die vorstehenden Zeilen mit einem Wunsche zu beschließen. Wenn nach dem heute noch tobenden Ringen wieder die rein wissenschaftliche Arbeit in den Instituten mit voller Kraft einsetzen wird, so wird man aller Voraussicht nach der ökonomischen Ausnützung von Material, Zeit und Energie noch mehr Wert beilegen als vor dem Kriege. Dann mögen die Mikromethoden aber auch voll zur Geltung kommen!

Eine mögliche Erklärung für die scheinbare Flachheit des Himmelsgewölbes.

Von Dr. Wilhelm Schmidt, Wien.

Die physiologischen Ursachen der im folgenden beschriebenen Erscheinung sind sicherlich schon bekannt, doch wurden, scheint es, noch nicht alle Schlüsse daraus gezogen, wenigstens nicht jener, der die *scheinbare Flachheit* („*Depression*“) des Himmelsgewölbes zu erklären erlaubt.

Bei gewöhnlichem Schauen, d. h. den Kopf senkrecht gehalten, den Blick geradeaus gerichtet, decken sich die Gesichtsfelder beider Augen gut; das ist natürlich, da dies die häufigst gebrauchte Richtung ist. Anders aber beim Aufwärts- oder Abwärtsblicken — immer auf die Stellung zum Kopf bezogen —: da drehen sich die Augäpfel nicht nur um ihre horizontale Verbindungslinie als Achse, sondern dazu noch jeder etwas um seine Sehachse. Immer so, als wären von den beanspruchten Muskeln die inneren, der Nase zugekehrten, stärker. Die beiden Gesichtsfelder decken sich dann von vornherein bloß für einen Punkt, und nur der Geübte könnte das gleiche für größere Felder erreichen. Daher strengt starkes Abweichen von der gewöhnlichen Blickrichtung so an.

Das Gesagte läßt sich wohl am einfachsten dadurch bestätigen, daß man die Gesichtsfelder beider Augen so weit beschneidet, bis sie einander gerade ergänzen, ohne jedoch Teile gemeinsam zu haben. Etwa indem man ein nicht zu breites Lineal (schmäler als der Augenabstand) mit seiner Mitte flach an die Nasenwurzel anlegt und um diese aus der senkrechten Stellung allmählich in eine geneigte dreht. Dadurch werden die Gesichtsfelder eingeengt, bis sie schließlich nur mehr in einer geneigten Geraden aneinanderstoßen. Beim Weiterdrehen würde sie schon ein breiterer schwarzer Streifen trennen.

Betrachtet man nun bei dieser Grenzstellung eine Gerade, etwa eine Kante des Fensterkreuzes, so werden sich ihre zwei mit nur je einem Auge

gesehenen Teile zu einer einzigen Geraden ergänzen, sobald die Blickrichtung normal ist, das heißt geradeaus, vielleicht sogar etwas abwärts in bezug auf den Kopf. Das ist bei abweichender Blickrichtung nicht mehr der Fall: die beiden Teile scheinen dann mit einem Knick zusammenzustößen, der in den äußersten Lagen bis gegen 15° anwächst. Beim Aufwärtsblicken z. B. wäre das vom linken Auge gesehene Bild scheinbar in gleichem Sinn mit dem Uhrzeiger verdreht, das vom rechten entgegengesetzt. Der Versuch gelingt auch bei Ungeübten in überzeugender Weise.

Dieses unregelmäßige Arbeiten des Auges (denn so ist es doch wohl zu bezeichnen) verursacht aber Schwierigkeiten beim räumlichen Sehen. Es wird dafür zwar in erster Linie der Muskelsinn in Anspruch genommen: der Maßstab für den Abstand des gerade fixierten Gegenstandes liegt in dem Winkel, den beide Augenachsen miteinander bilden, und der kommt durch verschiedene Anspannung der Muskeln zum Bewußtsein. Die räumliche Lage einer Linie gewinnt man danach durch Einstellen der Augen auf eine Reihe ihrer Punkte.

Außer vermittels dieser Muskelempfindungen können wir aber schon allein durch die Verschiedenheit der Bilder beider Augen körperlich sehen. Der eine fixierte Punkt deckt sich in beiden; was andere Entfernung hat, nicht mehr. Nun ist zwar das Feld scharfen Sehens eng begrenzt; dennoch überzeugt man sich leicht, daß auch die verschwommenen Umrisse in dessen Nachbarschaft die Tiefe gut abschätzen lassen. Man halte z. B. einen Ring nicht zu nahe frei vor sich, blicke unverrückt auf einen leicht zu behaltenden Punkt auf ihm und trachte nun, von der Seite her mit einem Bleistift in den Ring zu treffen. Der Versuch wird gelingen, die Gegenprobe auf den möglichen Einfluß der Akkommodation des Auges auf das Schätzen der Entfernung, leicht mißlingen: beim Sehen mit bloß einem Auge entsteht sofort große Unsicherheit.

Neben der Stellung der Augenachsen erlaubt also schon die bloße Verschiedenheit der beiden Gesichtsbilder ein Unterscheiden in der Tiefe. Es wird hier zwar wegen der unscharfen Umrisse unsicherer sein als dort, sich dabei immer noch — für den fixierten Punkt — auf den Muskelsinn stützen können, der ja sicher die ursprünglichen Vorstellungen vermittelt hat. In einem Falle wird auch die Beschränktheit des Gebietes scharfen Sehens nicht von Nachteil sein: dort, wo es eben nur auf engen Bereich ankommt, beim Bestimmen der räumlichen Lage, insbesondere der Richtung einer Linie um den betrachteten Punkt. Aus dem Winkel, den hier ihre beiden Teilbilder miteinander einschließen, folgt eben nach den Gesetzen des räumlichen Sehens sofort, nach welcher Seite sie sich uns nähert usw.

Alle so gewonnenen Raumbilder müssen sich nun mit den gleichzeitigen aus der Augenstellung

¹⁾ Verslag van de Gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van 26 Juni 1915, Deel XXIV.

decken. Beiderlei Anschauungsweisen stützen und beeinflussen sich gegenseitig, wobei die sicherere zweite, besonders in der Nähe, meist das Übergewicht besitzen wird.

Das gilt für das normale Sehen, aber nicht mehr für das Aufwärts- oder Abwärtsblicken. Dann nehmen auch zwei beim Geradeaussehen parallele Strecken in den beiden Teilbildern wegen der scheinbaren Drehung der letzteren eine geneigte Lage zueinander ein. Betrachten wir z. B. den senkrechten Balken des Fensterkreuzes mit stark geneigtem Kopf, den Blick dabei immer auf einem Punkt ruhen lassend, dann erscheint das Bild im rechten Auge oben etwas nach links geneigt, das im linken nach rechts; so, als läge uns das obere Balkenende näher als das untere. Dieser räumliche Eindruck steht im Widerspruch mit dem durch den Muskelsinn vermittelten und die bestimmtere der beiden Anschauungen wird sich durchsetzen. Vielleicht liegt gerade in diesem Widerstreit die Ursache für das unangenehme Gefühl bei dauerndem starken Auf- oder Abwärtssehen; ich könnte es beiläufig mit dem vergleichen, das man hat, wenn man in einem Aquarium unter spitzem Winkel zur Glasfläche schaut. Dann sind die Strahlenbündel astigmatisch; die Linse des Auges muß sich anders einstellen, wenn man wagrechte Linien scharf sehen will, anders für senkrechte.

In unserem Fall ist nun in der Nähe der Raumeindruck aus dem Muskelsinn viel deutlicher. Anders in der Ferne: die Augenachsen verstellen sich zu wenig, als daß dies noch gefühlt werden könnte, die Bildverdrehung kann sich freier äußern, nur mehr durch unsere allgemeine Erfahrung im Zaume gehalten. Vielleicht hängt schon damit eine Reihe von Tatsachen zusammen, so etwa der verschiedene Anblick einer Landschaft, je nachdem man sie gewöhnlich oder mit seitwärts geneigtem Kopf oder gar umgekehrt betrachtet; oder auch der Eindruck, als neigten sich hochaufragende Berge oder Batwerke gegen den Beschauer zu vornüber. Möglicherweise läge gerade darin mit ein Grund für die oft auffallend starken Unterschiede zwischen der Perspektive in Gemälden und der entsprechenden geometrischen.

Bei diesen Gegenständen allen schützt uns aber die Erfahrung davor, dem falschen Eindruck ganz nachzugeben. Weniger Stütze finden wir bei ausgedehnten Flächen ohne greifbare Einzelheiten, etwa beim Himmelsgewölbe. Wenn wir da die Blicke aufwärts auf eine bestimmte Stelle richten, so scheint uns die Fläche in ihrer nächsten Umgebung nicht mehr etwa winkelrecht auf den Sehstrahl zu stehen, wie es beim Anblick eines halbkugelförmigen Gewölbes sein müßte, sondern geneigt, oben uns näher. Daraus muß dann notwendig der Eindruck eines flachgedrückten Gewölbes entstehen.

Ein weiterer Punkt scheint mir für diese Annahme zu sprechen. Auch in dem erwähnten Fall

ist natürlich die durch unsere gewöhnlichen Raumvorstellungen ausgeübte Oberaufsicht nicht vollkommen aufgehoben: der Eindruck darf nie ganz unvernünftig werden. Liefert eine Strecke beim stereoskopischen Sehen Teilbilder, die nicht zueinander parallel sind, dann hängt die daraus zu erschließende Richtung der Strecke im Raume wesentlich davon ab, in welchen Abstand von uns wir sie verlegen. Wäre sie sehr weit entfernt, so könnte der Winkel zwischen ihr und dem Sehstrahl nur als sehr klein angenommen werden; je näher, desto größer kann dieser Winkel sein.

Wegen der abweichenden Eindrücke, die wir bei bewegtem Kopf erhalten, wohl auch aus anderen Gründen der Erfahrung, muß sich nun das Auge sträuben, den Himmel wirklich als eine ganz flache Scheibe aufzufassen; jede aufgedrungene Abweichung von der Halbkugel wird vielmehr Schwierigkeiten erwecken. Die somit verlangten größeren Neigungswinkel des Sehstrahls gegen das betrachtete Flächenstück sind aber nur dann mit dem Anblick verträglich, wenn man den Himmel nicht mehr in einen unendlichen oder sehr großen, sondern in einen geringeren endlichen Abstand verlegt; nur kann dieser auch wieder nicht zu klein angenommen werden, sonst würde das zweiäugige Sehen die Vorstellung Lügen strafen. Zwischen diesen beiden, wohl auch noch mit anderen Erfahrungstatsachen, wird schließlich ein gütlicher Vergleich geschlossen, eine solche scheinbare Entfernung und eine solche Flachheit des Gewölbes gewählt, die sich ziemlich gleich gut oder gleich schlecht mit allen vertragen. Dabei haben natürlich die einzelnen Einflüsse je nach den äußeren Verhältnissen verschiedenes Gewicht: Beim Nachthimmel fehlen z. B. die Linien, an denen die Verdrehung der Gesichtsfelder leicht erkennbar wird, er müßte also höher gewölbt erscheinen usw.

Nur einige Belege aus der Erfahrung: Der Ungeübte gibt die scheinbaren Größen von Sonne und Mond durch Vergleich mit Längen oder Flächen an; auch der geübte Beobachter kann noch zu dieser ursprünglichen Anschauung zurückfinden, wenschon natürlich mit starken persönlichen Einflüssen. Viele Angaben darüber enthält u. a. *R. v. Sternecks* Buch: *Der Sehraum auf Grund der Erfahrung* (Leipzig, 1907). Danach wird z. B. das Größenschätzen am Wolkenhimmel auf eine „Referenzfläche“ bezogen, die genügend naheliegt einem Rotationshyperboloid mit (für die Mehrzahl der Beobachter) etwa 12 m Höhe im Zenit. Sein Schnittkreis mit der Horizontalebene hat beiläufig 109 m Halbmesser. Die Referenzfläche, an welche man sich die Sonne versetzt denkt, hätte etwa dieselbe Höhe, erstreckte sich aber rings in der Horizontalen nur etwas über 25 m. Der Sternhimmel schließt sich noch näher an die Halbkugel an.

Alle diese verschiedenen Beobachtungen lassen sich auf die oben dargelegte Weise als gemein-

same Wirkung des Verdrehens der Augen gegeneinander und der anderen Grundlagen räumlicher Vorstellung erklären. Wie weitere Beweise aus Versuchen beizubringen wären, kann ich mir vorläufig nur schwer denken. So wäre es wohl wegen der ständigen und uns gewohnten Kontrolle unserer Raumanschauung sehr wahrscheinlich, daß man zu ziemlich denselben Eindrücken z. B. vom Himmelsgewölbe gelangen würde, wenn man nur mit einem Auge schaute. Sie brauchen sogar auch bei dauernd Einäugigen noch nicht wesentlich abzuweichen, denn auch hier werden die Vorstellungen durch die geometrischen Raumverhältnisse beherrscht.

Vielleicht bietet sich da ein dankbares Feld für den Physiologen oder auch Psychologen. Mir selbst steht die Frage nur durch ihren Zusammenhang mit einer Tatsache der meteorologischen Optik näher. Diese, die scheinbare Flachheit des Himmelsgewölbes, läßt sich folgerichtig auf die oben erörterte Weise erklären. Damit möchte ich aber nicht sagen, daß nicht etwa die anderen, sonst dazu herangezogenen Einflüsse, z. B. jener der Blickrichtung allein (ohne die hier aufgezeigte Verwicklung), des Vergleichs mit irdischen Gegenständen, der allgemeinen perspektivischen Ansicht oder auch der Luftperspektive, daß nicht einzelne dieser Einflüsse oder alle daneben auch eine Rolle spielen könnten.

Besprechungen.

Doflein, Franz, Der Ameisenlöwe. Eine biologische, tierphysiologische und reflexbiologische Untersuchung. Jena, Gustav Fischer, 1916. VIII, 138 S., 10 Tafeln und 43 Abbildungen im Text. Preis gehl. M. 9,—.

Seit den Zeiten *Rösels von Rosenhof* hat das Gebaren des Ameisenlöwen oft genug den Menschen beschäftigt. Zahllos sind die zoologischen Schriften, zumal solche populären Inhalts, in denen wir das Werk des Ameisenlöwen, seinen merkwürdigen Trichterbau beschrieben finden, und die mehr oder weniger packende Schilderungen enthalten, wie der im Sande versteckt sitzende Räuber mit seinen gewaltigen Zangen die hilflos den Sandtrichter hinabkollernde Ameise zu fassen weiß, um sein Opfer auszusaugen. Fast könnte man hiernach meinen, als sei der Ameisenlöwe einer der bestbekannten Vertreter unserer einheimischen Insektenwelt und lohne nicht ein weiteres Studium seiner Lebensgewohnheiten. Wie wenig dies jedoch zutreffend ist, lehrt uns das Buch von *Doflein*. Schonungslos wird in ihm mit den bis jetzt noch vielfach bestehenden, zum Teil recht kindlichen und naiven Vorstellungen von der Ausdauer und der Schlaueit des Ameisenlöwen endgültig aufgeräumt, und der Leser empfängt sofort die Überzeugung, daß in diesem Werk ein mit dem gesamten Gebiet der Tierbiologie wohl vertrauter Zoologe dem Problem des Ameisenlöwen wirklich auf den Grund zu kommen sucht. Ausgestattet mit dem Rüstzeug der modernen Wissenschaft und Technik geht *Doflein* durchaus vorurteilsfrei zu Werke. Sorgfältig werden die verschiedenen Lebenserscheinungen des Tieres untersucht, seine Handlungen und Tätigkeiten bis in alle Einzelheiten möglichst genau analysiert,

ihre Abhängigkeit von äußeren Einflüssen und Reizen kritisch festgestellt und auf diesem Wege zum ersten Male ein tatsächliches Verständnis von jener merkwürdigen Insektenart gewonnen. Für die Tierpsychologie hat *Doflein* mit seiner Studie einen wertvollen Baustein geliefert, so daß das Werk weit über die Kreise der Entomologen und Zoologen hinaus Beachtung verdient.

Gegenstand der Untersuchung war für *Doflein* die Larve von *Myrmeleo formicarius* L., die überall in Deutschland vorkommt und an sonnigen, trockenen Stellen, die vor Regen geschützt sind, ihre Erd- oder Sandtrichter anzulegen pflegt. Ziemlich gleichgültig ist dabei das Material, aus dem der Untergrund besteht. *Doflein* fand die Trichter ebenso im Quarzsand, wie in dem von Tuff und Lehm herrührenden Staubsand. Voraussetzung ist nur, daß die einzelnen Partikel genügendes Gewicht haben. So werden die Trichter im feinen Kalkstaub vermißt, während sie im schweren, grobkörnigen Kalksand vorkommen.

Der äußere Bau des Ameisenlöwen ist bekannt; gleichwohl findet er in dem *Dofleinschen* Werk eine genaue Darstellung, wobei der Autor auf verschiedene sinnreiche Einrichtungen aufmerksam macht, die früheren Beobachtern entgangen sind. Besonders bemerkenswert sind in dieser Hinsicht rauhe, höckerartige Chitinbildungen an der Gelenkfläche zwischen dem ersten und zweiten Thorakalglied, die als Bremsvorrichtungen aufzufassen sind und bei kontrahierter Muskulatur die Gelenkbewegung in jeder beliebigen Phase hemmen oder zum Stillstand bringen können. Wird die Bremsung aufgehoben, so erfolgt mit einem Male eine schnellende Bewegung des betreffenden Gliedes. Es handelt sich hier um eine Einrichtung, die für den Schnapp- und Umdrehreflex des Ameisenlöwen von großer Bedeutung ist. Ähnliche Bremsvorrichtungen kommen auch am Grunde der Mandibeln sowie an den hinteren Abdominalsegmenten vor. Weiter finden wir die Beborstung und Behaarung genau geschildert, wobei namentlich die „Stellungshaare“ von Interesse sind, die *Doflein* an den proximalen Beingliedern nachweist. Da dem Ameisenlöwen wie allen Arthropoden eine sensible Innervierung der Muskeln fehlt, so kann es bei ihm keinen dem Muskelsinn der Wirbeltiere vollständig entsprechenden Sinn geben. Wohl aber ziehen zu den Gelenken sensible Nerven, welche die als Stellungshaare beschriebenen Borsten innervieren und dazu dienen, das Tier bei seinen Bewegungen, bei welchen die Borsten mit benachbarten Beingliedern in Berührung kommen, über die gegenseitige Haltung seiner Glieder zu orientieren.

In der freien Natur pflegt der Ameisenlöwe nur selten umherzulaufen. Fast immer trifft man ihn in seinem Trichter eingegraben, dessen Größe übrigens keineswegs nur von der Größe des Tieres, sondern auch von dem physiologischen Zustand desselben sowie von der physikalischen Beschaffenheit des Untergrunds abhängt. Im Trichter nimmt der Ameisenlöwe keineswegs eine beliebige Stellung ein, vielmehr stellte sich heraus, daß das Vorderende des Tieres fast immer vom Einfall der Lichtstrahlen abgekehrt ist, eine Erscheinung, die sich in den meisten Fällen sehr deutlich zeigt, weil der Ameisenlöwe am liebsten unter kleinen überhängenden Böschungen seine Trichter anlegt, wobei das Licht von einer Seite kommt. Nachdem *Doflein* diese Beobachtung einmal gemacht hatte, gelang es ihm leicht, ohne jedes Suchen den Ameisenlöwen mit einem Griff der Pinzette aus seinem Trichter herauszufischen.

Sehr charakteristisch ist für den Ameisenlöwen seine Eigenschaft des Sichtotstellens. Aus ihrem Sandtrichter herausgenommene Ameisenlöwen verhalten sich wie leblos, sie bleiben vollkommen starr und regungslos liegen und sind dann für den Beobachter kaum sichtbar, zumal sie in ihrer Färbung genau der Umgebung gleichen. Das Sichtotstellen währt einige Minuten, kann aber auch einige Stunden oder sogar Tage dauern. Die Lage des Tieres ist dabei gleichgültig. Dasselbe kann auf dem Bauch oder dem Rücken liegen oder verschiedenartige sonstige Stellungen einnehmen. *Doflein* hat nun mehrere Experimente vorgenommen, um über das Wesen der in Rede stehenden Erscheinung Aufschluß zu erhalten. Vor allem hat sich dabei herausgestellt, daß die Reizempfindlichkeit des Tieres während des Sichtotstellens keineswegs vollkommen aufgehört hat, denn die Reaktionen des Tast- und Geruchssinns vollziehen sich ungehindert. *Doflein* gelangt überhaupt zu dem Ergebnis, daß die Unbeweglichkeit der typische Zustand ist, in dem wir den Ameisenlöwen in freier Natur antreffen, ein Zustand, der in gewissem Sinne schlafähnlich ist und von *Mangold* bei anderen Tieren mit der Hypnose höherer Wirbeltiere verglichen wurde. So verharret der Ameisenlöwe, wenn er sich in trockenem, warmem Sande befindet, unbeweglich in der sogenannten Bereitschaftstellung, bei der er aber jederzeit zu sehr raschen Reflexreaktionen fähig ist. Als Reize, welche beim Herausnehmen aus dem Sandtrichter das Sichtotstellen bedingen, kommen vor allem die starke mechanische Reizung des Tieres und daneben noch die Änderungen der Belichtungs- und Berührungszustände in Betracht.

Eine Reihe interessanter Beobachtungen hat *Doflein* vorgenommen, um die Erscheinung der Umdrehreaktion aufzuklären. Ein zufällig auf den Rücken gefallener oder auf den Rücken gelegter Ameisenlöwe dreht sich nach einiger Zeit plötzlich auf den Bauch zurück. Wie dies geschieht, lehrten Versuche, bei denen das Tier auf beruhtes Registrierpapier gelegt wurde. Die Mandibeln als Hebel und das hintere Körperende als Stütze hinterlassen dann, indem sie beim Umdrehen hauptsächlich in Tätigkeit treten, auf dem Papier ihre Spuren. Auch das Licht hat dabei bestimmenden Einfluß, denn die Tiere pflegen sich beim Umdrehen nach der Schattenseite zu wenden. Weitere sinnreiche Versuche haben sodann gezeigt, wie der Ameisenlöwe zwischen oben und unten zu unterscheiden vermag. Ihm ist nicht, wie der italienische Zoologe *Comes* meinte, ein besonderer geotaktischer Sinn eigen, sondern es sind lediglich Berührungsreize, die vermöge der verschiedenen Empfindlichkeit der Ober- und Unterseite des Körpers den Umdrehreflex auslösen.

Begibt sich der Ameisenlöwe auf die Wanderung, so wandert er stets ruckweise mit dem Hinterende voran, also rückwärts. Fehlen dabei Reize, die aus einer bestimmten Richtung auf das Tier einwirken, so wandert es stets in geschwängelter Bahn und führt damit den sogenannten Suchgang aus. Beim Einbohren in den Sand, das der Ameisenlöwe bekanntlich mit besonderer Meisterschaft ausführt, spielen nicht etwa die Beine, sondern nach hinten und unten gerichtete zuckende Bewegungen des Hinterleibes die Hauptrolle. Nicht einmal die Amputation sämtlicher Beinpaare hindert den Ameisenlöwen daran, sich rasch und vollständig in den Sand einzubohren.

Der Trichterbau vollzieht sich nach *Doflein* in etwas anderer und einfacherer Weise, als dies frühere Beobachter geschildert hatten. Während die von *Redtenbacher* untersuchten Larven von *Myrmeleo europaeus*

M. L. stets zunächst einen Kreis beschreiben sollen, dessen Umfang von vornherein der Größe des zukünftigen Trichters entspricht, um sich dann allmählich in die Tiefe und nach dem Zentrum zu arbeiten, so schlugen die Larven der von *Doflein* untersuchten Art (*M. formicarius* L.) kein derartig umständliches Verfahren ein, sondern bohrten sich bei der Anlage ihrer Trichter ohne weiteres in die Tiefe. Das wichtigste Moment beim Trichterbau ist der Schleuderreflex, der den Ameisenlöwen veranlaßt, Sandteilchen, die beim Eingraben auf die Oberfläche seines Körpers gelangen, mittels einer plötzlichen ruckweisen Umbiegung seines Vorderkörpers hinwegzuschleudern. Da beim Einwühlen immer neue Sandteilchen auf den Kopf hinabrieseln, kommt der Trichter automatisch zustande infolge von Reizen, die den Schleuderreflex auslösen. Beim Fang der in die Tiefe hinabrutschenden Ameisen oder ähnlicher kleiner Tiere tritt der Schnappreflex in Aktion. Jeder Berührungsreiz, der die gespreizten Mandibeln des in der Tiefe seines Trichters in Bereitschaftstellung befindlichen Ameisenlöwen trifft, veranlaßt sofort ein Zuschnappen seiner Kiefer. Bei geschicktem Vorgehen gelingt es daher, den Ameisenlöwen mit Hilfe eines an einen Faden gebundenen kleinen Gegenstandes aus dem Sande herauszuangeln. Beim Fang der Beute kommt dem Ameisenlöwen auch der Schleuderreflex zugute, denn wenn die Ameise zu entrinnen versucht und beim Klettern auf die Trichterböschung Sandkörner hinabrieseln läßt, so schleudert der Ameisenlöwe letztere sogleich wieder hinauf, so daß mit den zurückrollenden Sandteilchen sein Opfer wieder zu den geöffneten Mandibeln hinabstürzen muß. Ein Zielen nach der Beute findet bei diesem Sandbombardement jedoch nicht statt, denn die Schüsse des Ameisenlöwen gehen nach den verschiedensten Richtungen.

Gegen Lichtreize ist der Ameisenlöwe in hohem Maße empfindlich und reagiert in ganz charakteristischer Weise. Werden Ameisenlöwen bei einseitig einfallendem Licht auf eine Drehscheibe gesetzt, so stellen sich alle Tiere bei genügender Erregbarkeit während langsamer Drehung der Scheibe ruckweise mit ihren Hinterleibsspitzen gegen die Richtung der Lichtquelle ein. Die auffälligste Lichtreaktion der Tiere scheint demnach eine topotaktische Reaktion zu sein. In völliger Dunkelheit oder nach Überpinseln der Augen mit undurchsichtigem Asphaltlack führen die Ameisenlöwen vollkommen unorientierte Bewegungen aus. Auch die Unterschiedsempfindlichkeit gegen Licht wurde durch eine Reihe von Experimenten geprüft, sie hat aber bei den Lichtreaktionen offenbar keine wesentliche Bedeutung.

Eine weitere Frage bestand darin, ob dem Ameisenlöwen ein Temperatursinn eigen ist. Ohne weiteres läßt sich dies nicht ganz leicht feststellen, denn wenn die Tiere in einen Behälter gebracht werden, dessen Sandboden an verschiedenen Stellen verschiedene Temperaturen besitzt, so graben sie sich an beliebigen Stellen ein, ohne durch die Temperatur in der Wahl ihres Ortes beeinflusst zu werden, weil unter diesen Verhältnissen der Berührungsreiz der rauhen Sandoberfläche über den Wärmereiz überwiegt. Um einwandfreie Ergebnisse zu erhalten, mußte *Doflein* nicht nur jenen Berührungsreiz, sondern auch den Lichtreiz ausschalten und führte den Versuch in der Weise aus, daß er Ameisenlöwen in völliger Dunkelheit auf beruhtem Registrierpapier kriechen ließ, das verschieden abgestufte Temperaturen von 20–35° C aufwies. Hierbei zeigte sich deutlich, daß alle Individuen, die ohne weitere Störungen in die Region von

28—35° C geraten waren, sich dauernd in derselben bewegten. Die Tiere waren dabei gleichsam in einer Temperaturfalle gefangen, aus der sie nicht mehr heraus konnten. Haben diese und ähnliche Versuche auch das Vorhandensein eines Wärmesinns mit hinreichender Sicherheit erwiesen, so war es doch nicht möglich, bestimmte Sinnesorgane oder freie Nervenendigungen in der Haut des Tieres als die spezifischen Apparate des Wärmesinns zu ermitteln. Wahrscheinlich dürften Sinneshaare, die den Tastsinn vermitteln, auch die Werkzeuge des Wärmesinns sein. Versuche, ob dem Ameisenlöwen ein Kältesinn zukommt, führten zu keinem sicheren Ergebnis. Bei einer Interferenz von Phototaxis und Thermotaxis ließ sich das Tier durch beide Reize beeinflussen. „War das Licht noch stark genug, so wirkte es stets richtend auf die Körperhaltung des Tieres ein. War die Temperatur hoch genug, so ließ sie das Tier nicht aus ihrem Bereich heraus.“ Trotz seiner Tendenz, nicht die Region der optimalen Wärmezone zu verlassen, konnte das Tier aber doch stets durch hinreichend starkes Licht gezwungen werden, über die Wärmezone hinaus der Lichtquelle zuzuwandern.

Die Organe des Tastsinns sind in erster Linie die verschiedenen von *Doflein* beschriebenen Haare an der Körperoberfläche des Ameisenlöwen. Um die Tastempfindlichkeit zu prüfen, wurde das Verfahren von *Frey* angewendet und mit Hilfe feiner, an der Spitze dünner Stäbchen befestigter Borsten, deren Druckvermögen vorher genau ermittelt war, Berührungen an verschiedenen Körperstellen vorgenommen. Die Reaktionen traten nicht ganz gleichmäßig ein, sondern hingen offenbar in hohem Maße von den inneren Zuständen des gereizten Tieres ab. Im großen und ganzen stellte es sich bei den zahlreichen Versuchen heraus, daß auf der Rückseite die Reizbarkeit am 1. und 2. Thorakalsegment am größten ist, geringer an Mandibeln, Kopf und Beinen, um dann nach hinten allmählich abzunehmen. An der Ventralseite ist das Hinterleibsende am reizbarsten. Die reizbarsten Regionen sind im allgemeinen diejenigen, welche das dichteste Kleid von feinen Sinneshaaren tragen. Weiter ist bemerkenswert, daß die Fühler der Ameisenlöwen auf Berührungsreize nur sehr wenig reagieren und demnach als Sitz des Tastsinns viel weniger als andere Körperstellen in Betracht kommen. Wird ein sehr empfindliches Tier mehrmals an gleicher Stelle gereizt, so kann es auch zu einer Nachwirkung des Reizes kommen, indem das Tier ohne nochmals gereizt zu werden nach derjenigen Stelle schnappt, an der es zuletzt gereizt worden war. Auch Erschütterungen und stärkere Luftbewegungen veranlassen den Ameisenlöwen zu Reaktionen.

Eine andere Reihe von Versuchen hatte die Thigmotaxis (Stereotaxis) zum Gegenstand. Man versteht hierunter eine automatische Reizreaktion, bei welcher ein Tier einen mehr oder minder großen Teil seiner Körperoberfläche mit einem festen Gegenstand in Berührung bringt und dadurch gezwungen wird, eine bestimmte Körperhaltung anzunehmen. Viele Bewegungen des Ameisenlöwen werden durch Thigmotaxis in so hohem Maße beeinflußt, daß es sich als durchaus notwendig herausstellte, thigmotaktische Reize sorgfältig zu vermeiden, wenn bei andersartigen Versuchen die Reaktionen einwandfrei ermittelt werden sollten. Ließ z. B. *Doflein* Ameisenlöwen bei völliger Dunkelheit in den Versuchsgläsern umherkriechen, so führten die Tiere so lange unorientierte Bewegungen aus, bis sie zufällig mit der Hinterleibsspitze die Wand des

Behälters berührten. Alsdann kontrahierte sich infolge der thigmotaktischen Reizung die Muskulatur des Abdomens auf der gereizten Seite, und das Tier folgte fortan bei seinen Weiterbewegungen immer mit der Hinterleibsspitze der Wandkontur. Wie wesentlich die Thigmotaxis ist, zeigte sich auch darin, daß sie stets den Einfluß der Temperatur- und Lichtreize überwog. So gelang es *Doflein*, seine Ameisenlöwen, sobald er sie an einer rauhen Fläche entlangkriechen ließ, zu veranlassen, anstatt, wie normalerweise, der Lichtquelle entgegenzuwandern, gerade die entgegengesetzte Richtung einzuschlagen, und ebenso wurden die Tiere beim Kriechen in engen Glasröhren durch von verschiedenen Seiten einwirkende thigmotaktische Reize zu langanhaltenden raschen Weiterbewegungen veranlaßt, ganz gleichgültig, wie dabei die Glasröhren zum Lichteinfall orientiert waren. Die Beobachtungen endlich, die über das Vorkommen chemischer Sinne beim Ameisenlöwen angestellt wurden, sind nicht sehr zahlreich gewesen. Immerhin gelang es *Doflein*, durch Annäherung von Kanadabalsam und Nelkenöl Reizwirkungen zu erzielen, und er konnte feststellen, daß die Antennen der Sitz der Chemorezeption, mithin eines dem Geruchssinn ähnlichen Sinns sind.

In der geschilderten Weise haben sich also alle komplizierten Handlungen im Leben des Ameisenlöwen auf eine Anzahl von Bewegungen zurückführen lassen, die durch bestimmte Reize ausgelöst werden. Reflexe sind es demnach, die die Handlungen des Tieres bedingen, und unter ihnen sind der Einbohrreflex, der Schleuderreflex und der Schnappreflex am meisten bedeutungsvoll. Alle diese Reflexe sind nach *Doflein* vom Gehirnganglion unabhängig, denn wenn er einem Exemplar den Kopf amputierte, so traten trotzdem am Rumpf der Einbohr- und Schleuderreflex unverändert auf und waren oft noch 24 Stunden nach Entfernung des Kopfes nachweisbar. Reizbiologisch und reizphysiologisch ist dabei der Ameisenlöwe insofern merkwürdig, als er sich normalerweise in einem Zustand der Unterempfindlichkeit befindet. Nur wenn er bei hoher Temperatur von etwa 25—35° C in seinem Sandtrichter sitzt, ist er in Bereitschaftstellung und wird durch die von Ameisen ins Rollen gebrachten Sandkörner zu Schleuder- und Schnappreflexen veranlaßt, obwohl es auch dann noch vorkommen kann, daß wiederholte Reize notwendig sind, um ihn zur Aktion zu bringen. Alle von *Doflein* studierten Reflexe ließen sich durch Tastreize herbeiführen. Nächste den Berührungsreizen wirkt der chemische Reiz am stärksten, hierauf die photischen und zuletzt die chemischen Reize.

Das wichtigste Gesamtergebnis der Dofleinschen Untersuchungen über den Ameisenlöwen besteht in dem Nachweis, daß das Tier während seines Larvenlebens durchaus maschinenmäßig funktioniert und also ein ausgesprochener Reflexautomat ist. Dabei machen es die enge, einseitige Anpassung an das Leben im Sand und an eine bestimmte Art des Nahrungserwerbs möglich, daß das Tier mit einer auffällig geringen Zahl von Reflexen auskommt, die die wichtigsten Handlungen in seinem Leben bedingen. Keine Handlung, kein Vorgang hat sich mit Sicherheit auf eine höhere psychische Fähigkeit zurückführen lassen, und nur unvollkommen ist es schließlich *Doflein* nach vielen Bemühungen gelungen, auch Tatsachen zu finden, die möglicherweise auf ein Vorkommen gewisser mnemischer Vorgänge hindeuten mögen. Ameisenlöwen nämlich, die er wiederholt in zu engen Glasröhren kriechen ließ, schienen schließlich kürzere Zeit zu gebrauchen, um den Ausweg zu finden. Aber diese Versuche hatten

doch noch kein eindeutiges Ergebnis, und so muß der Ameisenlöwe als Reflexautomat gelten, der nicht einmal kompliziertere Instinkte als Grundlage seiner erstaunlichen Handlungen besitzt. In jeder Hinsicht, in seiner ganzen Bauart und in allen seinen Lebensäußerungen aufs engste an die Verhältnisse, unter denen er in freier Natur vorkommt, gebunden, ist der Ameisenlöwe ein „Lebensspezialist“ und Vertreter des „fest angepaßten Typus“, bei dem das Tier von Geburt an Bau und Fähigkeiten besitzt, welche in genauester Weise an die normalen Lebensbedingungen abgestimmt sind.

R. Heymons, Berlin.

Heß, R., Der Forstschutz. Ein Lehr- und Handbuch.

4. Aufl., vollständig neu bearbeitet von R. Beck.

II. Bd. Schutz gegen Menschen, Gewächse und atmosphärische Einwirkungen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1916. XII, 461 S., 133 Abbild. und 1 Tafel. Preis geb. M. 14,—.

Schneller, als man unter den gegenwärtigen (für Verfasser und Verlag) erschwerten Verhältnissen erwarten durfte, ist dem I. Bd., über welchen in dieser Zeitschrift im Jahrgang 1915 berichtet worden ist, der II. Band gefolgt.

Einleitend sei bemerkt, daß die vielen Vorzüge, welche der Rezensent des ersten Bandes rühmend hervorgehoben hat, in nicht geringerem Maß auch im zweiten Band zutage treten, nämlich strenge Sachlichkeit, präzise, alle Weitschweifigkeit vermeidende Darstellung, wohlüberlegte Hervorhebung des Wichtigeren von dem weniger Wichtigen (für letzteres Kleindruck), übersichtliche Anordnung sowie eine bewundernswert vielseitige und gründliche Berücksichtigung der neuen Literatur usw. All dies sind Eigenschaften, vermöge deren der neue „Forstschutz“ als eine der ausgezeichnetsten literarischen Erscheinungen auf dem gesamten forstlichen Gebiet zu bezeichnen ist; der Ehrentitel „klassisch“, den nur wenige Bücher verdienen, ist hier durchaus berechtigt. Die Größe der hier gegebenen Leistungen ist doppelt hoch einzuschätzen, wenn man bedenkt, daß sie neben einer angestrengten militärischen Tätigkeit erzielt wurden.

Was nun die einzelnen Teile des Buches betrifft, so sei hauptsächlich auf folgendes hingewiesen:

Entsprechend der neuen — entschieden zweckmäßigeren — Stoffeinteilung (s. Besprechung des ersten Bandes) behandelt der zweite Teil zunächst den Schutz gegen Menschen. In diesem Abschnitt, welcher die Kapitel: Schutz der Waldbegrenzung, Schutz gegen schädliche Ausübung der Hauptnutzung und der Nebenutzungen, Schutz gegen Forstfrevel und Waldservituten (diese beiden von Prof. Dr. Bierbaum [Gießen] bearbeitet), Schutz gegen Waldbrände und endlich gegen Rauchsäden umfaßt, ist namentlich die Rauchsadenfrage auf Grund der umfangreichen neuen Literatur einer gründlichen und kritisch sichtenden Neubearbeitung unterzogen worden. Dieses Kapitel stellt eine dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens entsprechende, vorzüglich orientierende, kurz gefaßte Monographie des verwickelten und schwer faßbaren Rauchsadenproblems dar, und es wäre nun zu wünschen, wenn die vielen forstlichen Praktiker, die in der Rauchsadenexpertise mit mehr oder weniger gutem Erfolg tätig sind, wenigstens dieses Kapitel gründlich und gewissenhaft studieren wollten, nachdem die meisten derselben es vielfach verschmähen, der allerdings schwierigen und mühevoll zu erfassenden Originalliteratur nachzugehen.

Daß der Abschnitt: Schutz gegen Gewächse, und

zwar gegen Forstunkräuter, Schmarotzergewächse, namentlich Pilze usw., den weitestgehenden Ansprüchen an Vollkommenheit und klarer Darstellung entspricht, war ohnehin zu erwarten, nachdem der Verfasser gerade auf diesem Gebiet selbst forschend tätig war. Dieser Abschnitt ist eine vorzügliche kurzgefaßte „Pathologie der forstlichen Kulturpflanzen“.

Es fällt schwer, hier Mängel oder Lücken zu finden. Alles, was für den Forstmann Interesse hat, ist sowohl aus der allgemein pflanzenpathologischen als auch aus der forstbotanischen Literatur gewissenhaft zusammengetragen. (Auf zwei kleine Mängel sei mir erlaubt, aufmerksam zu machen, nämlich die wenig zutreffende Abbildung des Krankheitsbildes von *Trichosphaeria parasitica* und den fehlenden Hinweis auf die Untersuchung von Albert über die Beziehung zwischen Rotfäule und Bodenverhältnissen.)

Auch im letzten Abschnitt: Schutz gegen atmosphärische Einwirkungen (Frost, Hitze, Wind, Wasser, Schnee, Blitz) zeigt sich überall weitestgehende und kritische Berücksichtigung der Ergebnisse neuerer Forschung.

Als vorteilhaft kann bezeichnet werden, daß der „Anhang“ der 3. Auflage, der recht heterogene Dinge vereinigte, ganz aufgelöst und an geeignete Stellen in den anderen Abschnitten verteilt worden ist, so z. B. die Rotfäule, Weißfäule, Schütte usw. bei den pilzparasitären Krankheiten usw.

Was die Ausstattung des Werkes mit Bildern anlangt, so ist vieles verbessert und ergänzt worden, zum Teil unter Benutzung der der Originalliteratur beigegebenen Figuren, zum Teil durch eigens neu hergestellte Abbildungen. Einige der letzteren entsprechen vielleicht nicht ganz den durch die moderne Technik der Darstellung allzu verwöhnten Ansprüchen. Jedenfalls hat es der neue Verfasser verstanden, nicht nur eine dem bewährten Ruf des Lehrbuches entsprechende Neubearbeitung zu geben; dadurch, daß er sein reiches Wissen in den Dienst des Unternehmens stellte, ist er weit über den Rahmen der 3. Auflage hinausgegangen, und mit Recht verdient die neue Auflage die im Titel angegebene erweiterte Bezeichnung „Handbuch“.

F. W. Neger, Tharandt.

Zoologische und anthropologische Mitteilungen.

Taylor, Walter P., The status of the beavers of western north America, with a consideration of the factors in their speciation. University of California publications in zoology. Vol. 12, Nr. 15, pp. 413—495. March 20, 1916.

Taylor, Walter P., Two new Aplodontias from western north America. University of California publications in zoology. Vol. 12, Nr. 16, pp. 497—501. May 6, 1916.

Im Jahre 1868 veröffentlichte der Münchener Forschungsreisende Moritz Wagner seine kleine Schrift „Die Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen“. Darin versuchte er zu zeigen, daß neue Arten nur infolge von Wanderung (Migration) und lange dauernder räumlicher Absonderung (Isolation) der Auswanderer mit veränderten Lebensbedingungen entstehen können. Später hat Wagner seine „Migrationstheorie“ in mehreren Abhandlungen weiter ausgebaut, die im Jahre 1889 von seinem Neffen gesammelt herausgegeben wurden unter dem Titel „Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung“. Bereits 1885 und 1886 hatten Dixon und Romanes sich

im Sinne *Wagners* ausgesprochen, und im Anfang dieses Jahrhunderts sind *Gulick* und *Jordan* für die Migrationstheorie eingetreten.

Diesen Forschern schließt sich nun *Taylor* in seiner kürzlich erschienenen Arbeit über die Biber des westlichen Nordamerika an. Die gründlichen, auf einem umfassenden Material beruhenden Studien des Verfassers sind ganz dazu angetan, zu erneuter Prüfung der tiergeographischen Tatsachen und der damit in Zusammenhang stehenden Ansichten über die Bedeutung der Migration und Isolation für die Artbildung anzuregen.

Bis jetzt sind 3 Arten und 12 Unterarten des Bibers in Nordamerika beschrieben worden, einschließlich der beiden neuen Unterarten, die *Taylor* in seiner Arbeit aufstellt. Im ganzen berücksichtigt Verfasser 7 Unterarten der nordamerikanischen Westküste und stellt eingehende Vergleiche zwischen ihnen an. Er gibt auch einen kurzen Überblick der paläontologischen Geschichte der Biberfamilie, aus dem hervorgeht, daß wenigstens drei Wanderungen der Biber zwischen der alten und neuen Welt stattgefunden haben. *Stenofiber*, die vermutliche Stammform der meisten Gattungen der Biberfamilie, tritt zuerst im mittleren Oligozän Europas und im oberen Oligozän Nordamerikas auf. Sie entfaltete sich wahrscheinlich zuerst in der alten Welt und verbreitete sich im späteren Oligozän nach Nordamerika. Die *Eucastor-Dipoides*-Gruppe findet sich im oberen Miozän Nordamerikas und im Pliozän Asiens. Sie entstand möglicherweise in Nordamerika und wanderte in der Pliozänzeit über die damals geschlossene Beringstraße nach Asien. Die Gattung *Castor* erscheint zuerst im oberen Miozän Europas, während sie in Nordamerika erst im Pliozän auftritt. Sie bildete sich wahrscheinlich in Eurasien und gelangte in der Pliozänzeit nach Nordamerika.

Die heute in Nordamerika lebenden Biber lassen sich, soweit sie genauer bekannt sind, auf 2 Gruppen verteilen: die *canadensis*-Gruppe mit 7 und die *subauratus*-Gruppe mit 2 Unterarten. Alle diese Formen sind nahe verwandt, doch scharf unterschieden. Für jede scheint ihre geographische Verbreitung ebenso kennzeichnend zu sein, wie ihre körperlichen Eigentümlichkeiten. Es ist kein Fall des Übergreifens eines Verbreitungsbezirks einer Art oder Unterart in ein anderes bekannt. Zahlreiche von *Taylor* angeführte Tatsachen der geographischen Verbreitung der nordamerikanischen Biber stehen im Einklang mit dem von *Wagner* und *Jordan* aufgestellten Gesetz: „Wenn irgendeine Spezies in irgendeinem Gebiet gegeben ist, so finden sich die nächstverwandten Spezies nicht in demselben oder einem entfernten Gebiet, sondern in einem benachbarten, das durch irgendeine Schranke von jenem getrennt ist. Um nur ein Beispiel zu erwähnen, so ist *Castor canadensis michiganensis* sehr nahe verwandt mit *Castor canadensis canadensis*, ihrem Nachbar im Norden. Die typische Lokalität von *canadensis* ist die Hudsonbai, und die Unterart *canadensis* erstreckt sich südlich wahrscheinlich bis zur Kette der großen Seen, die eine Schranke zwischen *canadensis* und *michiganensis* bildet.

Dasselbe Gesetz glaubt *Taylor* bei acht anderen Familien der Säugetiere, die zu vier verschiedenen Ordnungen gehören, nachweisen zu können, nämlich bei den Spitzmäusen, Waschbären, Mardern, Mäusen, Springmäusen, Bergbibern, Pfeifhasen und Hirschen. Doch kommen hier einige wenige Fälle vor, die nicht unter das Gesetz zu fallen scheinen. So ist *Sorex halicoetes*, eine Spitzmaus der Salzsümpfe von San Francisco, von ihrem nächsten Verwandten *Sorex*

vagrans vagrans, der auf dem feuchten Streifen längs des Stillen Ozeans heimisch ist, durch mehrere Meilen von Hochland getrennt, die von *Sorex californicus californicus* bewohnt werden. Ferner kommt *Peromyscus maniculatus oreas*, eine kalifornische Maus, mit ihrem nächsten Verwandten *Peromyscus maniculatus austerus* auf demselben Gebiete vor. Das Gewicht dieser Ausnahmefälle wird jedoch dadurch verringert, daß hier das fossile und rezente Material zu unvollständig ist, um die verwandtschaftlichen Beziehungen genau feststellen zu können. Im übrigen ist *Taylor* weit entfernt davon, seine Befunde bei den Bibern und anderen Säugetierfamilien zu verallgemeinern. Er beschränkt sie im wesentlichen auf die höheren Wirbeltiere und verweist auf die Ergebnisse der Forschungen *Kofoids* und *Clarks*, denen zufolge das *Wagner-Jordansche* Gesetz für die Mikrofauna und -flora des Süßwassers sowie für die Klasse der Stachelhäuter nicht gültig ist.

Die angeführten Tatsachen der geographischen Verbreitung der nordamerikanischen Biber finden nun nach *Taylor* eine befriedigende Erklärung durch die *Wagnersche* Migrationstheorie, durch die Annahme, daß die Differenzierung der Spezies durch Wanderung und geographische Sonderung erfolgt, und daß diese beiden Faktoren die Bedingungen sind, ohne die eine spezifische Differenzierung überhaupt nicht stattfindet. Solche Fälle wie die von *Peromyscus* könnten dadurch zustande kommen, daß eine Rückwanderung der einen Art in das Gebiet der anderen stattfindet. *Taylor* macht auch einen Versuch, eine Vorstellung über die Art und Weise zu gewinnen, in der die geographische Isolation bei dem Vorgang der Artbildung wirksam ist. Er erinnert an die Experimente *Towers* mit Käfern der Gattung *Leptinotarsa* und *Mac Dougals* mit Pflanzen der Gattung *Raimannia*, bei denen die elterlichen Formen, die ungewohnten Bedingungen ausgesetzt wurden, unverändert blieben, während die Nachkommen neue Eigenschaften aufwiesen. In ähnlicher Weise, wie hier die Keimzellen der Eltern durch die von außen einwirkenden Reize verändert werden, könnte dies auch bei den höheren Wirbeltieren der Fall sein, die durch Wanderung und Isolation neuen Lebensbedingungen ausgesetzt werden. Jedenfalls sind die tiergeographischen Tatsachen einer solchen Annahme nicht zuwider. Auch sprechen sie dafür, daß die durch Isolation bedingte Sonderung der Arten einen kumulativen Charakter besitzt, indem erst kürzlich entstandene Spezies sich viel näher stehen als solche, die schon längere Zeit getrennt sind. So gleichen *Castor subauratus shastensis* und *Castor subauratus subauratus*, die benachbarte Gebiete bewohnen und erst neuerdings getrennt wurden, einander viel mehr als *Castor fiber* und *Castor canadensis canadensis*, die in verschiedenen Kontinenten leben und bedeutend länger abgesondert sind. Bezüglich weiterer Einzelheiten, deren die Abhandlung noch eine Fülle enthält, muß auf diese selbst verwiesen werden. —

Die zweite der oben aufgeführten Arbeiten *Taylor*s gibt eine sorgfältige Beschreibung zweier neuer Unterarten des nordamerikanischen Bergbibers.

Walther May, Karlsruhe.

Asa C. Chandler, A Study of the structure of feathers, with reference to their taxonomic significance. University of California publications in Zoology. Berkeley 1916.

Chandler hat bereits im Jahre 1913 eine Arbeit über die Struktur der Vogelfeder erscheinen lassen, die insofern ein besonderes Interesse für sich in Anspruch

nehmen durfte, als sie die Veränderungen und Anpassungserscheinungen der einzelnen Federn bei der Ausübung ihrer jeweiligen Funktion bei einer einzigen Raubvogelart nachzuweisen suchte. Diesen Untersuchungen folgte eine im vergangenen Jahr veröffentlichte Studie Hermann Reichlings in Münster, die im Journal für Ornithologie erschienen ist. Sie behandelt die merkwürdige Verschiedenheit in der Ausbildung der Schwung- und Deckfedern der einzelnen Vogelfamilien und erörtert eingehend die Zusammensetzung, Lage und Modifikation der genannten Federn bei den verschiedenen Vogelgruppen.

Nunmehr liegt eine dritte, sehr umfangreiche Arbeit Chandlers über die Struktur der gesamten, den Vogelkörper deckenden Federn vor (Univ. Calif. Public. in Zoology vol. 13, Nr. 11, 243—446, pl. 13—37, textfigs 7, Berkeley 1916). Von dem Gedanken geleitet, daß eine vergleichende Morphologie der Federn sicherlich von taxonomischem Wert hinsichtlich der Feststellung der Verwandtschaftsverhältnisse der Familien der Vögel sein müsse und in dem Bestreben, etwas Licht in die verworrenen und dunklen Gebiete der Taxonomie der Vogelklasse zu bringen, unternahm Chandler die vorliegenden Untersuchungen. Er hat damit der ornithologischen Wissenschaft die erste systematische Morphologie der Vogelfeder gegeben. Wie Reichling in engen Grenzen, so sucht Chandler in seiner Arbeit, unter Benutzung der von 1854—1916 erschienenen Literatur, in weiterem Umfange zunächst die Nomenklatur der Federgebilde festzulegen. Chandler gibt dann eine allgemeine Morphologie der Dunen-, der Faden- und Konturfedern und bespricht die bis heute erkannten Gesetze der Färbungserscheinungen, wobei er sich vornehmlich auf die maßgebenden Arbeiten von Altum, Krukenberg, Gadow und Strong stützt. Den umfangreichsten Teil der Veröffentlichung bilden dann die Untersuchungen über die Begrenzung der einzelnen Vogelfamilien auf Grund der Strukturverhältnisse der Federn. Chandler folgt bei der Darstellung seiner Untersuchungen der von Knowlton und Ridgway in deren Werk Birds of the World (New York 1909) gegebenen systematischen Anordnung. Die Ergebnisse, zu denen der Autor gelangt, sind in hohem Grade von Bedeutung. Sie modifizieren mannigfach die Ansichten, die frühere Systematiker hinsichtlich der Phylogenie der Vögel ausgesprochen haben. Abseits von der großen Stammbaumlinie, welche nach Chandler mit den Zahnvögeln der Kreideformation von Kansas, mit *Hesperornis*, *Ichthyornis* u. a., beginnt und zu den rezenten *Colymbiformes* aufsteigt, nimmt der Verfasser der vorliegenden Untersuchungen einen Nebenzweig an, der die Ratitenformen der Kasuare, Nandus und Strauße umfaßt, eine Gruppierung, wie wir sie ähnlich in der bekannten Darstellung Fürbringers finden. Vor der Bildung der Taucherformen werden noch die *Sphenisciformes* als eine niedriger stehende Gruppe abgezweigt. Von den *Colymbiformes* führen Chandlers Untersuchungen der Federstrukturverhältnisse zu den *Alcidae*, die den Möwen nahestehen, und die der Verfasser als intermediäre Formen betrachtet wissen möchte. Die Steganopoden sind die primitivsten, die Reiher die charakteristischsten und höchsten der Ordnung der *Ciconiiformes*. Zwischen Tölpel (*Sulidae*) und Störche treten bei Chandler die Scharben, zwischen Störche und Gänse die Flamingos. Die *Accipitres* und *Cathartae*, beide in nahen Beziehungen zu den *Plotus*-Formen, sind als abgesonderte Gruppen betrachtet, die aber hinsichtlich der Federstruktur weit ab, auf ganz anderer Entwicklungslinie, von den Nachtraubvögeln, den

Eulen, stehen. *Cariama* und *Eurypiga*, meist zu den *Gruiformes* gestellt, scheinen engere Beziehungen zu den *Ardeae* aufzuweisen. Die beiden ungemein interessanten Gattungen *Balaeniceps* und *Scopus* hat Verf. leider nicht untersuchen können. Sie dürften wahrscheinlich als intermediäre Formen zwischen *Ardeae* und *Ciconiiae* anzusehen sein. Auf der anderen Abzweigungsrichtung von den *Colymbiformes*, bei denen sich die Entwicklungsreihe gabelt, finden wir die *Rallidae* und *Aramidae* nahe bei den *Limicolen*. Die *Columbae* und *Crypturiformes* reihen sich den *Galliformes* an. Die Tinamiden sind als hochentwickelte Abzweigung der *Galliformes* zu betrachten. Zwischen den peristeropoden *Galliformes* und den sich von diesen abzweigenden Columbiden bilden die *Cuculiformes* den Übergang zu den Trogoniden, den Spechten und den höchststehenden *Passeriformes*. Abgezweigt von den *Cuculiformes* stehen isoliert die Eulen, Ziegenmelker und Segler auf der einen, und die *Coraciiformes* auf der anderen Seite der Entwicklungslinie.

Dies einige Hinweise auf die Ergebnisse der Federstrukturuntersuchungen Chandlers. Er hat sie mit den systematischen Anschauungen von Knowlton und Ridgway in Verbindung zu bringen und einen phylogenetischen Stammbaum der Vögel, in deren vermutlichen Verwandtschaftsverhältnissen zueinander, aufzustellen versucht, der durch seine Abweichungen von den vorhandenen Arbeiten phylogenetischer Art von Reichenow, Fürbringer und Gadow viele Anregung zu weiterem Studium bietet.

24 ungemein instruktive Tafeln sind der Arbeit Chandlers beigegeben.

Herman Schalow, Berlin-Grünwald.

Seit wenigen Monaten liegt der zweite¹⁾ Bericht über die von der Wiener Anthropologischen Gesellschaft in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien von R. Pösch (Bd. XXXXVI [der III. Folge Bd. XVI] der Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, 1916, 12. April, S. 107) vor, der interessante Einzelheiten über die weiteren Studien an Gefangenen aus den k. u. k. Gefangenenlagern von Reichenberg, Theresienstadt, Eger und Bruck-Kiralyhida bringt. Bei Pöschs gediegener Arbeitsweise und dem großen zur Verfügung stehenden Material ist hier vieles für die weitere Kenntnis der Anthropologie und Ethnologie der Slawen zu erwarten. — In Reichenberg wurden nachträglich noch Untersuchungen an Groß- und Kleinrussen vorgenommen, zu welchem Zweck P. ein abgekürztes Meßblatt entwarf, um in möglichst kurzer Zeit eine große Anzahl von Messungen durchführen zu können. In dieses Meßblatt wurden alle bisher gemachten Erhebungen in bezug auf anthropologische Daten, Somatoskopie und Anthropometrie eingetragen. Bei den phonographischen Aufnahmen wurde besonders auf die verschiedenen Sprachenkreise (indogermanisch und finnisch-ugrisch) Rücksicht genommen. Für die kinematographischen Aufnahmen kamen hauptsächlich industrielle Vorrichtungen (Herstellung einer Balalaika, von Schnitzereien, Flechtwerken) in Betracht. Im Kriegsgefangenenlager von Theresienstadt erstreckten sich die Untersuchungen auf alle Völkerschaften des russischen Reiches. Hier wie in Reichenberg ließ P. die Köpfe einer Reihe von typischen Vertretern der Groß- und Kleinrussen in Gips abformen. Zu den phonographischen Aufnahmen kamen hier noch altaische (tschuwaschisch) und Kaukasussprachen (mingrelisch), von der indogermanischen Sprachengruppe noch lit-

¹⁾ Vgl. „Die Naturwissenschaften“ 30. Juni 1916, S. 375.

tausch und lettisch und von der finnisch-ugrischen noch tscheremissisch hinzu. — Zum weiteren Studium des Baschkirenmaterials suchten zwei Mitglieder der Anthropologischen Studienkommission noch einmal das k. u. k. Kriegsgefangenenlager von Eger auf, um noch 56 weitere Individuen der Türkvölker zu untersuchen. Zur somatoskopischen Beobachtung dienten v. *Luschans* Hautfarben-, *Fischers* Haarfarben- und *Martins* Augenfarbentafel. Die Kopffhaarform wurde ebenfalls nach *Martins* Schema (vgl. sein Lehrb. d. Anthropol. S. 189, Fig. 52) verwandt. Für die Beschreibung der Gesichtsförmigkeit wählte *P.* ein Schema von 10 Typen; von diesen scheinen mir die als „verkehrt oval“, „quadratisch“, „rhombisch“ und „verkehrt trapezförmig“ bezeichneten nicht ganz mit dem tatsächlichen Gesichtskontur übereinzustimmen. Auch dürfte die Einteilung der wohl häufigen Übergangsformen Schwierigkeiten bereiten. Ferner wurde die Beschreibung der Nasen- und Mundgegend durchgeführt, und schließlich außer dem Ernährungs- und Gesundheitszustand unter die Rubrik „besondere Bemerkungen“ Wirbelsäulenverkrümmungen, O- und X-Beine, Plattfüße, Beschneidung usw. in das Merkblatt aufgezeichnet. Eine weitere Ausgestaltung erfuhren auch die Beobachtungen der Merkmale der Lidspalte, die ja für die slawisch-mongolischen Völker ein Rassenmerkmal bedeuten. Durch ein einfaches, von *P.* entworfenes Schema werden mittels weniger Buchstaben spezielle Merkmale der Augenregion kurz charakterisiert. — Beigefügte Abbildungen sowie der Entwurf des gekürzten Meßblattes, außerdem eine Anregung zur exakten Berechnung der Symphysenhöhe je nach der Körpergröße sind von besonderem Interesse für den Fachmann.

Einen kleinen Beitrag zur vor- resp. frühgeschichtlichen Zeit Frankreichs liefert *Roudenko* (*Etude de squelettes gaulois*, Bulletin de la Société d'Anthropologie, Paris, VI. Série, T. 5, fasc. 4. S. 257) durch die Untersuchung gallischer Skelette. Dieselben sind von *Bérard* als der La-Tène-Zeit zugehörig bestimmt worden. Nach der Manouvrierschen Berechnungsmethode liegen die Körpergrößen der Männer über dem Mittel der heutigen Franzosen (162,3—167,0 cm). Die Schädelkapazität ist dem heutigen Mittel gegenüber keine geringe (1284—1442 ccm bei den Männern und 1289 ccm bei einer Frau). Dem Längen-Breiten-Index nach haben wir es mit dolicho- bis mesokephalen Typen zu tun (♂ 70,4—78,4, ♀ 71,9—78,7), was der Kopfform der modernen Franzosen, die eher zur Brachykephalie neigen, nicht entspricht. — Die übrigen Knochen des Skeletts waren zum Teil defekt. Immerhin konnten mehrere Becken, die dem „Typ des engen Beckens“ (nach *Charpy*) angehören, und die unteren Extremitäten, die sich durch ausgesprochene Platymerie, aber mäßige Platycnemie auszeichnen, untersucht werden. Alle Knochen der männlichen Skelette sind robust, was auf kräftige Individuen schließen läßt, während die beiden weiblichen schwächliche oder doch mäßig entwickelte Knochen aufweisen. Es ist aber selbstverständlich, daß der Verfasser, abgesehen von einigen weiblichen Merkmalen, doch nur durch die grazilen Knochen zur Annahme bestimmt wurde, weibliche Skelette vor sich zu haben; daß hier ein Irrtum vorkommen kann, ist, wenn auch nicht wahrscheinlich, doch nicht von der Hand zu weisen.

Eine weitere Veröffentlichung *Roudenkos*, gemeinsam mit *Rakowsky* (*Etude des crânes et ossements humains néolithiques des Grottes de Congy* (Marne),

ebenda, S. 295) betrifft neolithische Funde, die vom Archäologen *Emile Schmit* gemacht wurden und heute den Sammlungen des Laboratoriums der Société d'Anthropologie zu Paris angehören. Nach den Objekten zu schließen, die sich bei den Skeletten fanden, dürften diese der Epoche von Robenhausen zuzurechnen sein. Im ganzen wurden 40 Schädel und 239 Skeletteile ausgegraben, nach Ansicht der beiden Autoren eine genügende Zahl von Knochen zur Kenntnis der französischen neolithischen Bevölkerung. Diese Annahme ist insofern berechtigt, als die Schädel einen ziemlich homogenen Charakter haben. Die Schädelkapsel ist mehr oder weniger oval, die Okzipitalpartie abgerundet, die Parietalhöcker ziemlich vorspringend, das Gesicht eher länglich. Die Schädelnähte sind sehr kompliziert, am meisten die Lambdanaht, am einfachsten die Kranznaht, was wohl mit der Schädelform (dolichokephal in der Hauptsache) in Zusammenhang gebracht werden kann. Die Verfasser kennen aber nur die Arbeiten der Brocaschen Schule, so daß ihnen neuere Untersuchungen über dieses Thema leider entgehen und das Verständnis für bestimmte Korrelationen fehlt. — Das mittlere Gewicht der Schädel von 480 resp. 360 g ist äußerst gering und ist wohl durch die die Knochen substanz auflösende Bodenbeschaffenheit entstanden. Sie entspricht nämlich nicht der relativ hohen Schädelkapazität von 1485—1840 ccm bei den Männern und 1330—1815 ccm bei den Frauen; nach *Sarasin* würden diese Schädel gemäß ihrer großen Kapazität zu den Aristencephalen gehören. Auch dem Horizontalumfang nach müssen sie als voluminös bezeichnet werden (♂ 531,5 mm, ♀ 506 mm); hauptsächlich ist die posteriore Partie entwickelt. Die zum Vergleich herangezogenen 28 neolithischen Schädel von Châlons (Horizontalumfang: ♂ 515 mm, ♀ 495 mm) und von Montigny-Esbly (521 resp. 509 mm) stehen an Größe denen von Congy nach. Dem Längen-Breiten-Index nach gehören diese untersuchten Schädel den Dolichobis Mesokephalen an (♂ 75,0, ♀ 77,7) und unterscheiden sich hierin nur wenig von den neolithischen Schädeln anderer Fundorte, wie derjenigen vom Département Seine-et-Oise (77,4 resp. 75,9), Châlons (77,7 resp. 74,5) und Montigny-Esbly (78,7 resp. 77,8). Die neolithische Bevölkerung Frankreichs stellt demnach hinsichtlich ihrer allgemeinen Hirnschädelform einen ziemlich homogenen Typus dar. — Auch in den Gesichtsmaßen sowie in bezug auf die Basis des Schädels unterscheidet sich die neolithische Gruppe von Congy nur wenig von den anderen bekannten Stationen. Die Stirn ist meist breit, das Gesicht lang; besonders auffallend sind die niederen Orbitae. Vermutlich werden sie in dieser Hinsicht dem Cro-Magnon-Typus am nächsten stehen. — Alles in allem geht aus diesen beiden Arbeiten hervor, daß der heutige Franzose nur noch geringe Ähnlichkeit mit seinen protohistorischen und besonders neolithischen Vorfahren hat. Wenn sich auch die Schädelkapazität vielleicht am wenigsten veränderte, so ist die Schädelform im ganzen, wie auch in den Einzelheiten eine andere geworden. Neigen die früheren Bewohner Galliens mehr zum Langschädel, so neigt die heutige Bevölkerung mehr zur Kurzschädlichkeit. Damit findet die Theorie von *De Lapouge*, *Ammon* u. a. wiederum ihre Bestätigung. Diese veränderte Kopfform hängt in erster Linie mit der mehr und mehr zunehmenden Vergrößerung des Stirnhirns zusammen, die eine Verbreiterung der vorderen Schädelpartie und eine Verkürzung der Hinterhauptregion zur Folge hat. *St. Oppenheim, Frankfurt a. M.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Heft 43.

27. Oktober 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde. Von Prof. Dr. Paul Niggli, Leipzig. S. 641.

Die Entstehung der Kurzsichtigkeit. Von Prof. Dr. G. Levinsohn, Berlin. S. 645.

Besprechungen:

Planck, M., Eight lectures on theoretical physics, delivered at Columbia University in 1909. Von F. Reiche. S. 650.

Weber, R. H., und R. Gans, Repertorium der Physik. Von F. Reiche. S. 651.

Kayser, H., Lehrbuch der Physik für Studierende. Von A. Berliner. S. 651.

Die Deutschen und die Wissenschaft. S. 652.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. September 1916. S. 654.
Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 15 und 16. S. 654.

Archiv für Elektrotechnik, 1916, Bd. 4, H. 10, 11 u. 12. S. 654.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1916, H. 8 u. 9. S. 655

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 8. S. 655.

Biochemische Zeitschrift, 1916, Bd. 75, H. 4, 5 u. 6 u. Bd. 76, H. 1/2. S. 655.

Archiv für Naturgeschichte, Abteilung A, 1915, H. 9. S. 656.

Flora, 1916, Bd. 109, H. 1/3. S. 656.



Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.



Verlag von Gustav Fischer in Jena

Soeben erschien:

Die Physik im Kriege.

Eine allgemein verständliche Darstellung
der Grundlagen moderner Kriegstechnik.

Von

Prof. Dr. Felix Auerbach, Jena.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 126 Abbildungen im Text. (VIII, 229 S. kl. 8^o.) 1916.

Preis: 3 Mark 60 Pf., geb. 4 Mark 50 Pf.

Inhalt: Vorwort. — Inhaltsverzeichnis. — Einleitung. — Information und Tat. — Das Ohr im Kriege. — Erhellung des Raumes. — Scheinwerfer. Leuchtraketen. Leuchtturm. — Vergrößerung. Fernrohr. Feldstecher. Scherenfernrohr. Hypoplast. Mikroskop. — Umleitung der Lichtstrahlen. — Periskop. — Meßkunst. — Entfernungsmesser. — Richten und Zielen. — Zielfernrohre. Tripelspiegel. — Topographie und Photographie. Karten und Pläne. — Photographie aus der Luft. — Stereokomparator. — Röntgenstrahlen. — Augengläser. — Zeichengebung. Akustische Signale. Optische Signale. — Telegraphie und Telephonie. — Funkentelegraphie. — Verkehr zu Lande. — Kriegsschiffe. Torpedo und Torpedoboot. Unterseeboot. — Luftkrieg. Freiballon. Lenkballon. Fesselballon. — Die Fliegekunst. Typen von Flugzeugen. — Die Schießkunst im allgemeinen. Explosivstoffe. Äußere Ballistik. Luftwiderstand. Züge und Drall. — Geschütz und Geschöß. Geschütze. Rohrrücklauf. Geschosse. Zünder. — Bomben und Pfeile. — Schallphänomene. — Verteidigung und Befestigung. Minen. Verteidigung. Festungen. — Schluß: Schutzfärbung und Wärmeschutz. Wettereinfluß und Wetterdienst. — Register.

Verlag von Julius Springer in Berlin W9

Vor kurzem erschien:

Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle

Vortrag, gehalten an der 94. Jahresversammlung der
Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Solothurn 2. August 1911

Von

Emil Abderhalden

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle

Zweite Auflage

Preis M. 1.—

Einführung in die Mikroskopie

Von

Professor Dr. P. Mayer

in Jena

Mit 28 Textfiguren — In Leinw. gebunden Preis M. 4.80

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung.

1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandlung der Schnitte.
7. Färben der Objekte.
8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazerieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Emil Rathenau und das Werden der Grosswirtschaft

Von

A. Riedler

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin

Preis M. 5.—; in Leinwand gebunden M. 6.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

27. Oktober 1916.

Heft 43.

Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde.

Von Prof. Dr. Paul Niggli, Leipzig.

Einführung.

Die Kenntnis der Zusammensetzung und Struktur der anorganischen Erdrinde ist das Ziel der eng miteinander verbundenen Wissenschaften *Mineralogie*, *Petrologie* und *Geologie*. Sie alle sind ihrem Wesen nach rein beschreibend. Das tatsächlich Gegebene und zu Erforschende ist das Naturvorkommen. Eine gewisse Freude am Gegenständlichen und ein gutes Beobachtungsvermögen sind Gaben, die sie in erster Linie von ihren Jüngern verlangen.

Schon die kurze Zeit von etwa anderthalb Jahrhunderten rationaler Entwicklung dieser Wissenschaften hat eine außerordentliche Fülle von Beobachtungsmaterial ergeben. Je extensiver und intensiver sich der Ausbau der Kenntnisse gestaltete, um so schwieriger schien es anfänglich die Erscheinungskomplexe überblicken zu können. Sehr bald zeigte sich indessen eine gewisse Universalität alles Beobachtbaren. Es ist beispielsweise erstaunlich, wie wenig grundsätzlich Neues die Untersuchungen in den übrigen Weltteilen zu dem bekannten Material der am besten erforschten Gebiete von Europa und Nordamerika hinzugefügt haben. Die Kausalität und Eindeutigkeit alles menschlich Beobachtbaren trat auch hier in Erscheinung.

Schon der ökonomische Standpunkt verlangt für die Beschreibung die volle Ausnutzung dieser Zusammenhänge, die Betonung des Gemeinsamen in den Erscheinungskomplexen verschiedener Lokalitäten. Und um die auf statistisch vergleichendem Wege mühsam erworbenen Gesetzmäßigkeiten sich einzuprägen, sucht man sie in der Kausalitätsreihe nach rückwärts zu verfolgen. Indem aber die Beziehungen im Gewordenen auf beim Werden gültige Gesetze zurückgeführt werden, also die *genetische Betrachtungsweise* eingeführt wird, stellen sich automatisch alle jene Schwierigkeiten ein, die einer historischen Wissenschaft innewohnen. Gemäß dem Prinzip der Aktualität urteilen wir von vornherein, daß die ehemals wirkenden Kräfte, wenigstens ihrem Wesen nach, mit den jetzigen identisch sind, daß es somit *physikalische* und *chemische* Vorgänge waren, die zur Bildung der Erdrinde in ihrer heutigen Form führten. „Die Wirkungen der Natur sind bei gleichen Umständen den künstlichen gleich, oder wie wollte man das Entgegengesetzte vermuten können? Wir-

ken die allgemeinen Gesetze der physischen Welt in unseren Laboratorien nicht ebenso wie in den unterirdischen der Berge?“ (*H. B. de Saussure* 1786).

Physik und Chemie bauen sich schrittweise vom Einfachen zum Komplizierten auf. Vorerst sehen sie von der Mannigfaltigkeit, wie sie jedem in der Natur verlaufenden Prozeß eigen ist, ab. Indem man der Art und Zahl einwirkender Faktoren weise Beschränkungen auferlegt, sich also besondere Voraussetzungen schafft, erhält man die Möglichkeit, die Wirkungsweise äußerer Umstände gesondert zu studieren, die einfachen Beziehungen zu erkennen. Die Auflösung eines beliebigen heute vor sich gehenden Naturgeschehens in physikalisch-chemische Gesetze ist aber nur vollständig möglich, wenn man über den Einfluß *aller* Umstände orientiert ist, die dabei überhaupt wirksam sein können. Diese Auflösung kann sich somit nur als Endresultat der physikalischen und chemischen Forschungen ergeben. Schließen wir aber gar vom Produkt auf die Entstehung zurück, so vervielfältigen sich die Schwierigkeiten. Ein Mineral kann auf die mannigfaltigste Weise entstehen, und nichts war der Entwicklung in Mineralogie und Petrologie so hinderlich, wie die dogmatische Festlegung auf bestimmte Bildungsweisen (*Neptunismus* und *Plutonismus*), schien sie auch experimentell begründet zu sein (*Neoneptunismus* von *Bischof*). Erst die eingehende Betrachtungsweise aller mit einem Naturvorkommen verknüpften Begleiterscheinungen, die intelligente Beobachtung in der Natur, vermag die Wirkung gewisser Faktoren als unwahrscheinlich hinzustellen, andere als wahrscheinlich anzunehmen. So führt die Beobachtung, verbunden mit einem Abwägen aller bekannten, in Betracht kommenden physikalisch-chemischen Daten, zu einer gewissen Vorstellung über die Art der Entstehung, somit auch über die Ursachen der vorhandenen Gesetzmäßigkeiten.

Hier setzt das spezielle *physikalisch-chemische Experiment* des Mineralogen und Petrologen ein. Dieses Experiment kann lediglich zeigen, ob es wirklich genügt, eine Erscheinung als Ausfluß gewisser Faktoren hinzustellen oder ob noch andere Einflüsse maßgebend sein mußten. Es spielt somit nicht ganz die entscheidende Rolle wie in Physik und Chemie. Es kann eine bestimmte Entstehungsart nie beweisen, sondern nur wahrscheinlich oder unwahrscheinlich machen. Es ist in Mineralogie und Petrologie nicht die Realität, diese ist das Naturvorkommen, sondern nur ein, allerdings außerordentlich wertvolles, Mittel der Kritik.

So selbstverständlich dieser Zusammenhang zwischen Experiment und Naturvorkommnis (historisch Gewordenes) ist, so leicht wird er auch in neuester Zeit noch übersehen. Ein Beispiel dafür findet man in manchen Diskussionen, die sich an die van't Hoff'schen Untersuchungen über die Bildung von Salzen aus dem Meerwasser durch Verdunstung angeschlossen haben. Die qualitative und quantitative Übereinstimmung der Ergebnisse mit den Erscheinungen in den Salzlagerstätten war durchaus nicht befriedigend. Langsam nur hat man erkannt, daß gerade in dieser Nichtübereinstimmung das wesentliche Moment in der Genesis dieser Gesteine liegt, daß das Verdunstungsexperiment den komplizierten Vorgängen, deren Endprodukt in den Salzlagern vorliegt, schon aus geologischen Gründen, nicht annähernd gerecht werden kann. Das Spiel der metamorphen Kräfte trat in Erscheinung.

Aus alledem ergibt sich, daß die physikalisch-chemische Mineralogie und Petrologie an und für sich keinen neuen Wissenszweig darstellt. Jede genetische Betrachtung in Mineral- und Gesteinskunde führt zur Diskussion physikalischer und chemischer Vorgänge. Unter ihrem Namen vereinigt sich nur die systematische Forschung in diesem Gebiet. Diese muß einmal, in der Rolle einer Hilfswissenschaft, die Kenntnis physikalischen und chemischen Verhaltens mineralischer Stoffe unter ähnlichen Bedingungen, wie sie die Erdrinde darbietet, erweitern. Insbesondere muß sie sich jener Erscheinungen annehmen, die in der theoretischen Chemie vielleicht vorerst für die Erforschung zurückgestellt wurden, aber in Mineralogie und Petrologie stets in Wirkung treten. Sie muß auch die Versuchstechnik entwickeln helfen, damit Experimente, mit durchaus meßbaren Faktoren, natürlichen Vorgängen immer ähnlicher gestaltet werden können.

Die magmatischen Gesteine. Von allen Problemen der Minerogenese und Petrogenese haben diejenigen stets die größte Anziehungskraft ausgeübt, die in Zusammenhang mit jenem geheimnisvollen, glutflüssigen Urquell, dem *Magma*, stehen, dessen unmittelbare, elementare Wirkungen im Vulkanismus zutage treten. Schätzungsweise sind etwa 95 % der 16 km mächtigen äußersten Erdrinde (bis zu solcher Tiefe geben uns Tektonik und Erosion annähernd eine Vorstellung über die Beschaffenheit) von Gesteinen gebildet, deren primäre Entstehungsweise die magmatische ist (*Eruptivgesteine*). Das Erstarren und Festwerden der Magmen findet je nach inneren und äußeren Bedingungen in verschiedenen Temperaturgebieten statt. Die Interpretation mannigfacher mineralogischer und geologischer Beobachtungen führt zu der Vorstellung, daß bei der Bildung typischer Eruptivgesteine Temperaturen von weit oberhalb 1000° bis hinunter zu mindestens 600° in Frage kommen. Sowohl in chemischer wie mineralogischer Beziehung weisen diese Gesteine außerordentlich enge Verwandtschaften und Gesetz-

mäßigkeiten auf, die die statistisch vergleichende Untersuchung ergeben hat.

1. Chemische Gesetzmäßigkeiten.

Am Aufbau der magmatischen Gesteine nehmen in wesentlichem Maße nur eine beschränkte Zahl von chemischen Elementen teil. Gestein ist der Name für eine Mineralkombination, die in annähernd gleichem Mengenverhältnis auf größere Erstreckung hin vorkommt. Die wesentlichen Komponenten der magmatischen Gesteine sind somit diejenigen, welche nicht nur lokal, sondern allgemein in erheblichen Mengen an der Zusammensetzung eruptiver Teile der Erdrinde partizipieren. In Oxydform sind es in erster Linie die folgenden: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O ; ihnen schließen sich zunächst an:

H_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , ZrO_2 .

Die mittlere Zusammensetzung der magmatischen Gesteine des äußersten Teiles der Erdrinde (16-km-Hülle) mag nicht weit von folgendem Chemismus entfernt sein¹⁾:

SiO_2	= 57,78
Al_2O_3	= 15,67
Fe_2O_3	= 3,31
FeO	= 3,84
MgO	= 3,81
CaO	= 5,18
Na_2O	= 3,88
K_2O	= 3,13
H_2O	= 1,78
TiO_2	= 1,03
P_2O_5	= 0,37
MnO	= 0,22
<hr/>	
	100,00

Diese Zahlen ergeben sich als Mittelwerte der bis in die neueren Zeiten ausgeführten Eruptivgesteinsanalysen. Heute kann man sich auf ca. 3000, wenigstens einigermaßen vertrauenswürdige, Pauschanalysen stützen. Die Analysen verteilen sich auf die ganze Erde. Naturgemäß geben sie nicht ein genaues Bild der Häufigkeit der Gesteine, doch liegt in der Auswahl als Ganzes keine bestimmte Zielstrebigkeit vor.

Um zu erfahren, auf welche Weise sich dieser Mittelwert bildet, muß man die *Variationsbreite* der verschiedenen Oxyde kennen. Man erhält einen guten Überblick, wenn man die Häufigkeitstabellen von 1 zu 1 Gewichtsprozent konstruiert. Eine derartige Statistik habe ich für die von *Washington* mitgeteilte Sammlung von Eruptivgesteinsanalysen sowie für die *Osann'sche* Zusammenstellung versucht. Die auf-oder-abgerundeten Zahlen geben an, wie viele von 1000 analysierten Gesteinen einen bestimmten, von 1 zu 1 Prozent unterschiedenen Gehalt an den hauptsächlichsten Metalloxyden besitzen. Die Zahlen

¹⁾ *H. S. Washington*, Prof. Pap. 14, U. S. G. Survey 1903. Siehe auch die etwas abweichende Schätzung von *F. W. Clarke*, Data of Geochemistry Bull. U. S. Geol. Survey 491, 1911.

Tabelle 1.
Verteilungstabelle der Metalloxyde in den magmatischen Gesteinen
(Häufigkeitszahlen $\times 10^3$).

Oxyde	0-1 0/0	1-2 0/0	2-3 0/0	3-4 0/0	4-5 0/0	5-6 0/0	6-7 0/0	7-8 0/0	8-9 0/0	9-10 0/0	10-11 0/0	11-12 0/0	12-13 0/0	13-14 0/0	14-15 0/0	15-16 0/0	16-17 0/0	17-18 0/0	18-19 0/0	19-20 0/0	20-21 0/0	21-22 0/0	22-23 0/0	23-24 0/0	24-25 0/0	25-26 0/0	26-27 0/0	27-28 0/0	28-29 0/0	Mehr als 29 0/0	Gewichts- prozente
Al ₂ O ₃	3	2	3	4	3	4	5	3	6	13	20	36	68	93	101	143	136	122	86	52	45	18	12	8	3	1	1	3	2	3	Die Zahlen geben an, wie viele von je 1000 Analysen magmatischer Gesteine (Sammlung Washington) einen von 1 zu 1 Gewichtsprozent unterschieden speziellen Gehalt an den Metalloxyden besitzen.
Fe ₂ O ₃	134	208	209	154	104	64	41	28	24	15	4	5	3	1	—	2	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	
FeO	162	176	147	119	102	79	64	41	43	25	14	8	6	4	3	—	1	1	1	—	—	1	1	—	1	—	—	1	1	0	
MgO	324	151	96	96	71	58	43	44	26	12	14	13	8	5	5	4	2	3	2	3	3	2	2	1	1	2	2	1	—	6	
CaO	122	132	106	102	75	63	67	71	74	52	49	29	17	12	12	6	4	1	2	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	0	
K ₂ O	172	180	168	147	160	95	36	18	11	7	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	
Na ₂ O	46	87	198	277	183	87	42	31	22	12	4	4	2	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H ₂ O ⁺	447	294	159	51	30	9	4	3	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Tabelle 2.

Verteilung der Eruptivgesteine auf verschiedenen SiO₂-Gehalt (Häufigkeitszahlen $\times 10^3$)

unter 30 Gewichtsprozente SiO ₂ . . .	ca. 5	von 1000
zwischen 30 und 40 0/0	ca. 25	" 1000
" 40 " 50 0/0	ca. 197	" 1000
" 50 " 60 0/0	ca. 330	" 1000
" 60 " 70 0/0	ca. 263	" 1000
" 70 " 80 0/0	ca. 175	" 1000
oberhalb 80 0/0	ca. 5	" 1000

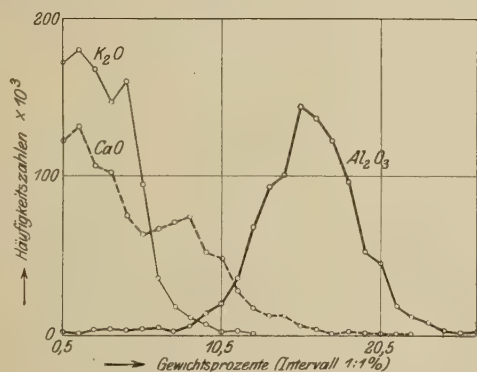


Fig. 1. Verteilungskurven der Eruptivgesteinsanalysen in bezug auf den Gehalt an K₂O, CaO und Al₂O₃ (Analysensammlung von Washington).

in der Nähe der Mittelwerte. Fast ein Drittel der magmatischen Gesteine enthält weniger als 1 % MgO, während andererseits ein immerhin noch beträchtlicher Teil über 20, ja 30 % MgO aufweist.

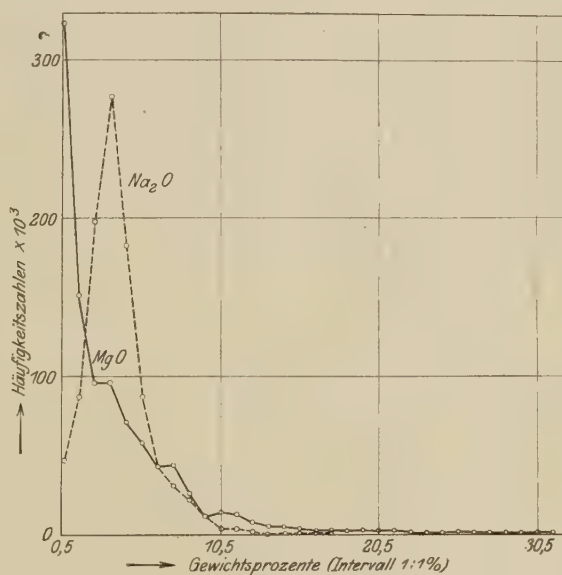


Fig. 2. Verteilungskurven der Eruptivgesteinsanalysen in bezug auf den Gehalt an Na₂O und MgO (Analysensammlung von Washington).

sind also relative Häufigkeiten multipliziert mit 10³. Die Tabellen 1 und 2 beziehen sich auf die Sammlung von Washington, deren Mittelwerte oben hingeschrieben wurden. (Sammlung von nahezu 2000 Analysen bis 1903.) Mit Ausnahme von SiO₂, dessen Gewichtsprozentgehalt von ca. 30 bis 85 % schwankt (Tabelle 2), treten die anderen Oxyde äußerst selten mit einem Gehalt von mehr als 30 % auf (Tabelle 1). Deutlich erkennt man den verschiedenen Charakter der Metalloxyde in der Art der Verteilung der Gesteine auf die einzelnen Rubriken. Al₂O₃ und Na₂O besitzen ein deutliches Häufigkeitsmaximum

Man erkennt hier, abgesehen von SiO₂, die stärkste Differentiation. Einige der charakteristischen Häufigkeitskurven sind in den Diagrammen 1—3 wiedergegeben¹). Daß es sich jetzt schon in großen Zügen um Gesetzmäßigkeiten handelt, die von den in einem Zeitraum jeweilen zur Analyse ausgewählten Gesteinen unabhängig sind, zeigt ein Vergleich der Al₂O₃-Kurven, bezogen einerseits auf alle Eruptivgesteinsanalysen von 1880—1900, und andererseits auf die Tiefengesteinsanalysen

¹) Die FeO- und Fe₂O₃-Kurven können wegen der chemisch-analytischen Schwierigkeiten noch keinen Anspruch auf Genauigkeit machen.

von 1890—1909 (Fig. 4). Naturgemäß hat man es aber mit Beziehungen zu tun, die erst durch weitere Sammlungen und Untersuchungen scharf gefaßt werden können, wobei vielleicht manche jetzt noch vorhandenen Unregelmäßigkeiten verschwinden werden. Doch ist jetzt schon sicher gestellt, daß infolge irgendwelcher gesetzmäßiger Zusammenhänge die chemische Variationsbreite der magmatischen Gesteine eine beschränkte und in gewissem Sinne zielstrebige ist. Die gleiche Erscheinung kommt in verstärktem Maße zum Ausdruck, wenn die Verhältnisse einer Betrachtung unterzogen werden, in denen die einzelnen Komponenten in den Gesteinen zusammen vorkommen.

Er findet für diese Verhältnisse, besonders die ersten zwei, gewisse relativ engbegrenzte Felder, außerhalb deren für normale Eruptivgesteine irrationale Werte vorkommen. So liegen in bezug auf das 1. Verhältnis nur 12 von 1250 in Untersuchung gezogenen Eruptivgesteinsanalysen außerhalb eines Feldes, das von $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 - \text{R}_2\text{SiO}_4$ begrenzt ist. Für das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} : (\text{Na}, \text{K})_2\text{O}$ ist charakteristisch, daß, abgesehen von lokalen sowie schlieren- und gangförmig auftretenden Bildungen, eine Übersättigung mit Tonerde über das Verhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{CaO} + (\text{NaK})_2\text{O}) = 1:1$ nur bei sehr sauren Eruptivgesteinen (und auch da nur in sehr geringem

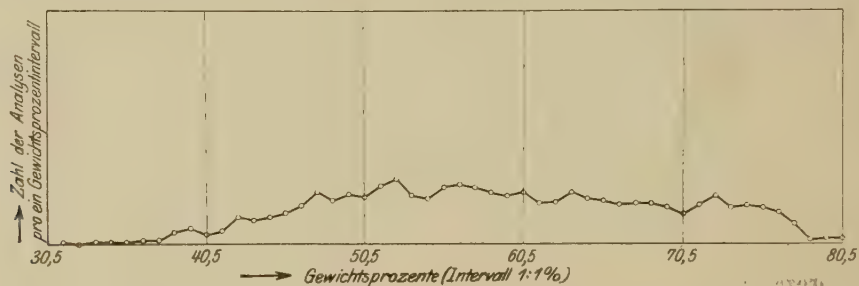


Fig. 3. Typus der Verteilungskurven der Eruptivgesteinsanalysen in bezug auf den SiO_2 -Gehalt (Ordinatenmaßstab vergrößert) (Analysensammlung von Washington).

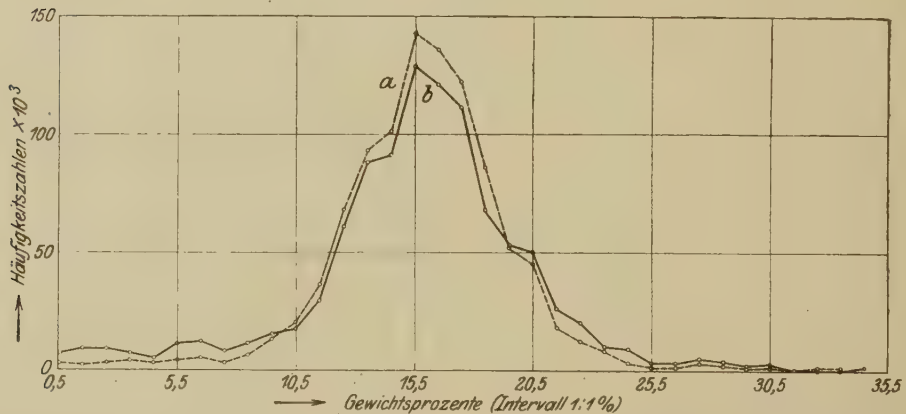


Fig. 4. Vergleich der Häufigkeitskurve von Al_2O_3 aller Eruptivgesteinsanalysen von 1880—1900 (Washington) (a) und der Tiefengesteinsanalysen von 1880—1909 (Washington-Osann) (b).

Naturgemäß bezieht man sich hierbei auf molekulare Werte. Hier haben besonders die Osannschen statistischen Untersuchungen aufklärend gewirkt. Osann¹⁾ berechnete die 4 molekularen Verhältnisse:

1. $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})\text{O} = \text{SAIF-Verhältnis}$,
2. $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} : (\text{Na}, \text{K})_2\text{O} = \text{AlCalk-Verhältnis}$,
3. $\text{Na}_2\text{O} : (\text{Na}, \text{K})_2\text{O} = \text{NK-Verhältnis}$,
4. $\text{MgO} : (\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} = \text{MC-Verhältnis}$.

Maße) auftritt. Zwischen den verschiedenen Verhältnissen, beispielsweise dem NK-Verhältnis und AlCalk-Verhältnis, herrschen ebenfalls enge Beziehungen, die gewisse Kombinationen erfahrungsgemäß ausschließen. Die gleichen Gesetzmäßigkeiten sind aus der für diesen Zweck ausgezeichneten Analysenregistriermethode von Cross, Iddings, Pirsson und Washington¹⁾ ersichtlich.

Hier werden die Analysen nach gewissen einheitlichen Prinzipien auf bestimmte Standardmolekularwerte bezogen, wobei es sich zeigt, daß

¹⁾ A. Osann, Petrochemische Untersuchungen I. Teil, Heidelberg 1913.

¹⁾ W. Cross, J. P. Iddings, L. V. Pirsson, H. S. Washington, Quantitative Classification of igneous rocks, Chicago 1903.

man in der Mehrzahl der Fälle mit einer sehr kleinen Zahl derartiger Verbindungen auskommt.

Folgendermaßen kann man wenigstens die Gesetzmäßigkeiten erster Ordnung in einem Bilde vereinigen. Man denkt sich die Zusammensetzung umgerechnet auf Molekularprocente von $(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2)$, $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, $(\text{FeO} + \text{MgO} + \text{CaO})$, Al_2O_3 ¹⁾. In dem von diesen vier Stoffgruppen gebildeten Konzentrationstetraeder nehmen die typischen Eruptivgesteine nur einen kleinen Raum ein. Er erstreckt sich vom SiO_2 -Pol aus gegen die Verbindungen $[2(\text{R}^{\text{II}}\text{O}) \cdot \text{SiO}_2]$; $[\text{R}^{\text{II}}\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2]$; $[\text{R}^{\text{I}}\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2]$. Hauptsächlich infolge der Verrechnung von Fe_2O_3 zu FeO statt zu Al_2O_3 ist es notwendig, den Raum gegen den Pol der Alkalien

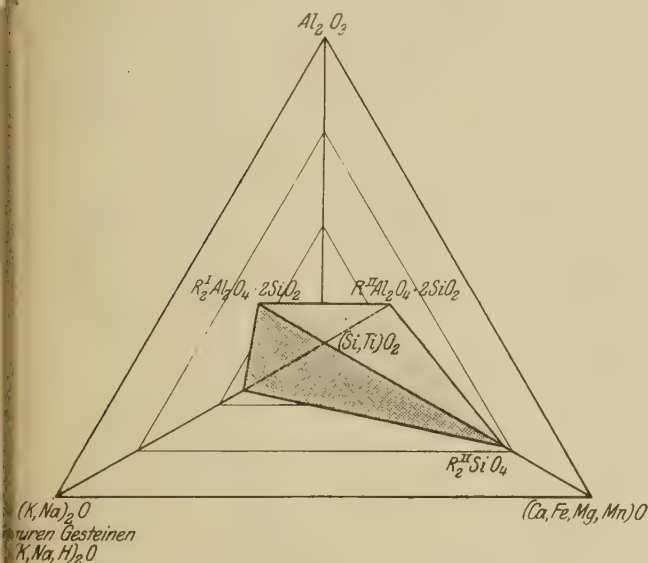


Fig. 5. Raum für typische Eruptivgesteine im Konzentrationstetraeder:
 Al_2O_3 : $(\text{K}, \text{Na})_2\text{O}$: $(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})\text{O}$: $(\text{Si}, \text{Ti})\text{O}_2$.

hin zu erweitern, entsprechend dem Auftreten ägirinartiger Moleküle. Die Abgrenzung kann nach dieser Seite ohne umfassende Neuberechnungen nur provisorisch angegeben werden, die Besetzungsdichtigkeit läßt sich mit der des Hauptteiles nicht vergleichen. In Fig. 5 findet man die Projektion einer derartigen Darstellung auf die Al_2O_3 - R_2O - RO -Ebene. Sie vermittelt gleichzeitig ein einigermaßen perspektivisches Bild, ob schon einzelne Kantenrichtungen aufeinanderfallen. Außerhalb des in dieser Figur gezeichneten Gesamttraumes für Eruptivgesteine liegen verhältnismäßig sehr wenige Analysen magmatischer Gesteine, sofern man von den Erzabsonderungen und Pegmatitbildungen absieht.

Damit sind aber die chemischen Gesetzmäßigkeiten noch lange nicht erschöpft. Die verschiedenen Typen der Eruptivgesteine finden sich nicht regellos vermischt vor, auch die *Gesteinsassoziation*

¹⁾ Fe_2O_3 muß leider bei derartigen statistischen Untersuchungen noch zu FeO geschlagen werden, weil die Bestimmungen des Oxydationsgrades von Eisen in Gesteinen meist unzuverlässig sind.

hat ihren besonderen Charakter. Die Gesteine eines Eruptivgebietes weisen bestimmte verwandtschaftliche Züge auf, die oft dem Gesamtgebiet ein eigenes Gepräge verleihen. Andererseits erkennt man analoge Zusammenhänge in weit entfernten Eruptionsprovinzen wieder; ein deutlicher Hinweis, daß es sich um universelle Abhängigkeiten handelt. Nicht selten gelingt es, die Verwandtschaften chemischer Art diagrammatisch festzulegen und so die Beziehungen zwischen den einzelnen Bestandteilen direkt zu erfassen. Der Begriff der Gesteinsassoziation ist zuerst an Hand der Zugehörigkeit gewisser Erzlagerstätten zu bestimmten Eruptivgesteinen dargelegt worden. Am augenfälligsten tritt er im Gangfolge tiefenmagmatischer Gesteine oder in der Sukzession der Laven ein und desselben Vulkanes zutage. Die ursächlichen Zusammenhänge reichen aber oft viel weiter, und manche Eruptionszyklen und Gesteinsreihen scheinen unter ähnlichen Umständen primär überall gültige Gesetze zu vertreten. So werden granitische und syenitische Gesteine fast stets von pegmatitischen Gängen durchbrochen, deren Intrusion sich direkt an die Erstarrung des Hauptstocks anschließt. Zwei Reihen der Gesteinsassoziation kommen in den extremen Gliedern meist getrennt, in den Mittelgliedern nicht selten gemeinsam vor, die sogenannten *pazifischen* und *atlantischen* Sippen (Kalkalkali- und Alkali-reihen). Zeigt sich in der ersten Reihe eine ziemlich strenge Abhängigkeit des CaO -Gehaltes der Plagioklase vom Gesamtgehalt der Basen zweiwertiger Metalle, so fehlt diese in den anderen Gesteinen, die neben Alkalifeldspäten auch die weniger SiO_2 -reichen Feldspatstellvertreter (Nephelin, Analcim, Leucit) besitzen. Für die eine Reihe scheinen Gleichgewichtsverschiebungen nach der Gleichung



besonders maßgebend zu sein; für die andere Reihe außerdem noch



beziehungsweise



(Fortsetzung folgt.)

Die Entstehung der Kurzsichtigkeit.

Von Augenarzt Prof. Dr. G. Levinsohn, Berlin.

Die hohe Bedeutung einer Lösung des Problems von der Entstehung der Kurzsichtigkeit liegt hauptsächlich darin, daß mit einer Aufdeckung der Entstehungsursache gleichzeitig auch die richtige Waffe gegen die ungeheure Verbreitung der Kurzsichtigkeit und ihre zahlreichen Schädigungen gefunden ist. Wenn trotz der außerordentlich zahlreichen Bemühungen auf diesem Gebiete die erzielten Erfolge nur recht minimal genannt werden können, so muß der wesentliche Grund für diese Erscheinung auf die

zurzeit völlig ungenügende Erkenntnis des genannten Problems zurückgeführt werden.

Die Kurzsichtigkeit eine Folge der Naharbeit.

Da es seit langem bekannt und durch zahlreiche Statistiken immer von neuem bewiesen ist, daß die überwiegende Mehrzahl aller Fälle von Kurzsichtigkeit in der Schule entsteht, und daß die Kurzsichtigkeit um so mehr gefördert wird, je größer die Anforderungen sind, welche an den Schüler gestellt werden, so hat man in erster Linie die Naharbeit für die Entstehung der Kurzsichtigkeit geltend gemacht. Die meisten und bekanntesten Myopietheorien basieren infolgedessen darauf, daß es die bei der Naharbeit wirksamen Faktoren, die Konvergenz und Akkomodation des Auges sind, deren verstärkter Tätigkeit die Entstehung der Kurzsichtigkeit zuzuschreiben ist. Natürlich handelt es sich hier nur um die Fälle von Achsenmyopie, die Form der Kurzsichtigkeit, welche durch Verlängerung des Auges zustande kommt, nicht um die seltenen Fälle von Kurzsichtigkeit infolge vermehrter Brechung der Augenmedien, insbesondere der Linse, Fälle, die vorzugsweise im späteren Lebensalter zur Beobachtung gelangen. Das Zustandekommen der Dehnung durch Konvergenz oder Akkomodation führte man auf die vermehrte Tätigkeit der äußeren resp. des inneren Augenmuskels zurück, durch welche das Auge unter einen erhöhten Druck gebracht und wegen seiner im jugendlichen Zustande vorhandenen Nachgiebigkeit allmählich gedehnt werden soll. Da die Verlängerung des Auges im sagittalen Durchmesser um 1 mm schon eine Kurzsichtigkeit von 3 D. bedingt, so genügt ja schon ein geringer Grad von Dehnung, um auf diese Weise leicht Kurzsichtigkeit zu erzeugen resp. diese, wo sie schon besteht, allmählich zu erhöhen.

Unrichtigkeit der bisherigen Myopietheorien.

Alle diese Muskeltheorien sind auf zwei falschen Voraussetzungen aufgebaut. Einmal ist mit Sicherheit auszuschließen, daß die bei der Kurzsichtigkeit auftretenden sehr charakteristischen anatomischen Veränderungen durch die Drucksteigerung im Auge entstanden sind. Wir sind über die Folgen dieser Drucksteigerung sowohl im jugendlichen wie im Auge des Erwachsenen sehr genau orientiert. Wir wissen sowohl aus sehr zahlreichen klinischen Beobachtungen, als auch exakten anatomischen Untersuchungen, daß die bei der Kurzsichtigkeit auftretenden Veränderungen im Auge von denjenigen, die bei Druckvermehrung des Auges gefunden werden, völlig verschieden sind, daß beide nicht das geringste miteinander gemein haben. Dann aber haben die Untersuchungen von Heß und Heine¹⁾ für die Akkomodation, sowie die Untersuchungen des Ver-

fassers¹⁾ für die bei der Naharbeit in Frage kommenden Bewegungen der Augenmuskeln einwandfrei bewiesen, daß eine Druckvermehrung hierbei überhaupt nicht existiert, oder daß diese so minimal ist, daß sie nie und nimmer eine anatomische Veränderung hervorrufen kann. Mit diesem Nachweis sind alle Muskeltheorien erledigt. Das gilt auch für die sehr beliebte Stillingsche Theorie, nach welcher die Dehnung des Auges von einem bestimmten Muskel abhängen (Muscul. obliq. super.) und weniger die Folge einer direkten Muskelwirkung sein, als durch den Widerstand hervorgerufen werden soll, welchen das Auge während des Wachstums an diesem Muskel findet. Abgesehen davon, daß diese Theorie die verstärkte Tätigkeit eines Muskels während der Naharbeit annimmt, der in Wirklichkeit höchstwahrscheinlich sehr wenig in Aktion tritt, und daß sie gleichfalls eine Drucksteigerung voraussetzt, die bestimmt nicht vorhanden ist, daß sie ferner den anatomischen Veränderungen bei der Kurzsichtigkeit ganz und gar nicht Rechnung trägt, wird hier ein neuer Faktor in Rechnung gesetzt, der bei der Entstehung der Kurzsichtigkeit zweifellos so gut wie keine Rolle spielt. Das ist der Faktor des Wachstums. Wir wissen, daß das Wachstum des kindlichen Auges mit dem 4. Lebensjahre ziemlich abgeschlossen ist. Von diesem bis zum 14. Jahre, also in der Zeit, in der die Kurzsichtigkeit vorzugsweise entsteht, wächst das Auge nur sehr minimal, etwa 1 mm in allen Durchmessern. Wenn aber ein Wachstum überhaupt nicht existiert, kann das Auge auch nicht durch dieses in eine falsche Richtung gedrängt werden.

Unberücksichtigt geblieben ist die Tatsache, daß das Wachstum des kindlichen Auges nur sehr geringfügig ist, auch von den Anhängern derjenigen Theorie, die die Kurzsichtigkeit auf einen angeborenen Entwicklungsmangel der den Sehnerveneintritt umgebenden Gewebe (*Jäger, Schnabel, Elschnig*) zurückführen. Da das Auge während der Entstehung der Kurzsichtigkeit in seinem Wachstum fast vollständig stillsteht, kann naturgemäß die angeborene Anlage auch nicht durch Wachstum vergrößert werden. Dazu kommt, daß diese Theorie das für die Entstehung der Kurzsichtigkeit einzig bewiesene Faktum, die Naharbeit, völlig unberücksichtigt läßt, und daß bei Kindern sowohl anatomisch, als auch klinisch (Untersuchungen des Verfassers bei Kindern im 1. Lebensjahr) die für Myopie charakteristischen Veränderungen fast nie beobachtet werden.

Also um es noch einmal kurz zusammenzufassen: alle diese Theorien gehen von nachweislich falschen Voraussetzungen aus; aber selbst wenn diese Voraussetzungen richtig wären, so würden die Theorien im Widerspruch stehen mit den charakteristischen anatomischen Verände-

¹⁾ Heß und Heine, v. Gräfes Archiv f. Ophthalm. Bd. 46, 2.

¹⁾ G. Levinsohn, v. Gräfes Archiv f. Ophthalm. Bd. 76, 1, und Archiv f. Augenheilk. Bd. 73, H. 2/3.

rungen, die bei der Kurzsichtigkeit angetroffen werden.

Die Kurzsichtigkeit eine Folge der Rumpf- und Kopfbeugung.

Gegenüber dem völligen Versagen der Myopie-theorien ist es dem Verfasser gelungen, eine Theorie über die Entstehung der Kurzsichtigkeit aufzustellen, welche dem bisher in der Myopiefrage angesammelten Tatsachenmaterial in hohem Grade gerecht wird und die außerdem durch einschlägige Versuche als einwandfrei erhärtet ist¹⁾. Die Theorie geht davon aus, daß bei der Naharbeit gleichzeitig mehr oder weniger eine Beugung des Rumpfes und Kopfes stattfindet, und daß demnach das Auge hierbei nach vorn fällt und der Schwerkraft der Erde unterliegt. Da das Auge im jugendlichen Zustand einen ziemlich beträchtlichen Grad von Dehnungsfähigkeit besitzt, so muß naturgemäß in diesem eine Dehnung stattfinden, etwa in dem Sinne, wie ein mit Wasser gefüllter an einem Faden aufgehängter Gummiball gedehnt wird. Je länger und je intensiver die Rumpf- und Kopfbeugung ausfällt, um so stärker muß die Dehnung, um so größer die Kurzsichtigkeit sein.

Beweise für die Richtigkeit der obigen Theorie.

Die Richtigkeit dieser Theorie wurde zunächst dadurch bewiesen, daß nach Befestigung einer luftdichten, dem Auge angepaßten Guttaperchakapsel, die mit einem Gummischlauch, Mareyscher Kapsel und Kymographion in Verbindung stand, die starke Verschiebung der Luftsäule bei jeder Rumpf- und Kopfbeugung in Kurven graphisch fixiert werden konnte. Diese Versuche decken sich mit den Beobachtungen von *Birch-Hirschfeld*²⁾, der das Vorrücken des Auges bei der Kopfbeugung in exakter Weise photographisch festgelegt hat. Das Auge sank nach diesem Autor bei der Kopfbeugung um 90° 1,7 mm nach vorn. Da der Sehnerv in der Orbita einen leicht geschlängelten Verlauf besitzt, so konnte der Einwand erhoben werden, der auch in der Tat erhoben worden ist, daß die Schlängelung desselben eine durch die Kopfbeugung bedingte Zerrung unmöglich macht. Untersuchungen von *Weiß* haben aber gezeigt, daß durch die während der Naharbeit stattfindende Konvergenz der Sehnerv mehr oder weniger gestreckt wird, so daß in diesem Zustand das zerrende Moment der Schwerkraft voll und ganz auf ihn einwirken kann. Dazu kommt, daß die den Sehnerv umgebenden Widerstände, vor allem das prall gefüllte Fettpolster, daß ferner die dem Sehnerv innewohnende Starrheit und die Befesti-

gung desselben nicht weit von seinem Eintritt in das Auge durch die Zentralgefäße, eine vollständige Streckung desselben bei der Beugung verhindern und dadurch die schädigende Einwirkung der Schwerkraft auf das Auge in ganzem Umfange zur Geltung kommen lassen.

Diese Zerrung muß nun Veränderungen hervorrufen, welche sich mit denjenigen, die bei der Kurzsichtigkeit angetroffen werden, vollkommen decken. Die für Myopie charakteristischen Veränderungen bestehen bekanntlich in sichelförmigen atrophischen Partien der Aderhaut, die ihren Anfang von dem Schläfen-, ein wenig nach unten gerichteten Rande des Sehnerveneintritts nehmen und sich entweder nach der Schläfenseite immer mehr entwickeln oder mit der Zeit den ganzen Sehnerven umkreisen. Dazu kommen Dehnungen und Zerrungen der Aderhaut im Mittelpunkt des Auges, Verschiebungen der Netz- und Aderhaut am Nasenrande des Sehnerveneintritts, Schlängelung der Sehnervenfaser und anderes mehr. Wenn man berücksichtigt, daß der Sehnerv von der Nase nach der Schläfenseite zieht, so muß die Schwerkraft das Auge am Sehnerveneintritt aus rein physikalischen Gründen bei der Kopfbeugung einmal nach der Nasenseite zu verschieben, andererseits vom Sehnerven loszutrennen die Tendenz haben. Das aber sind die beiden Faktoren, welche das Zustandekommen der oben angeführten Veränderungen äußerst plausibel machen und es sehr gut verstehen lassen, warum gerade die ersten Veränderungen am Schläfen-, meist ein wenig nach unten gerichteten Rande des Sehnerveneintritts auftreten. Natürlich werden angeborene Abweichungen im anatomischen Verhalten des Sehnerveneintritts auf die Art der durch die Schwerkraft bedingten Veränderungen nicht ohne Einfluß bleiben, im großen ganzen aber werden die bekannten und sowohl in ihrem Beginn wie in der späteren Entwicklung der Kurzsichtigkeit charakteristischen Veränderungen die Regel bleiben. Die sehr plausible Deutung der bei Kurzsichtigkeit auftretenden anatomischen Veränderungen durch Beugung des Kopfes muß um so mehr betont werden, als nach den bisherigen Theorien gerade diese Veränderungen eine sehr gekünstelte und zum Teil widerspruchsvolle Erklärung gefunden hatten.

Naharbeiter ohne Kopfbeugung werden nicht kurzsichtig.

Auch noch aus einem anderen Grunde ist die von dem Verfasser aufgestellte Theorie geeignet, aufklärend zu wirken. Es war immer aufgefallen, daß unter den Berufsklassen, welche sich mit intensivster Naharbeit beschäftigen, bei den Uhrmachern, Juwelieren und Goldarbeitern, ferner bei den Feinstickerinnen der Prozentsatz an Kurzsichtigkeit ein relativ geringer blieb. Man hat diese sehr auffallende Tatsache durch künstliche Hypothesen zu erklären versucht. Die einen führten den verringerten Prozentsatz darauf zu-

¹⁾ G. Levinsohn, Das wesentliche Moment bei der Entstehung d. Kurzsichtigkeit. Bericht über die 35. Versamml. d. ophthalm. Gesellsch. Heidelberg 1908, und Die Entstehung der Kurzsichtigkeit. Verlag S. Karger, Berlin 1912.

²⁾ *Birch-Hirschfeld*, Die Krankheiten der Orbita. *Gräfe-Sämisch*, Handb. d. gesamten Augenheilkunde, 2. Aufl.

rück, daß die Vertreter dieser Berufe gewöhnlich nur mit dem einen Auge, also verringerter Konvergenz arbeiten, die anderen darauf, daß in diesen Berufen die Augen während der Arbeit keine kleinen zuckenden Bewegungen wie beim Lesen ausführen. Diesen ganz willkürlichen Vermutungen gegenüber mag nochmals auf die Untersuchungen des Verfassers hingewiesen sein, welche gezeigt haben, daß sowohl bei der Konvergenz als auch den kleinen Bewegungen des Auges entweder gar keine oder so gut wie keine Drucksteigerung und daher auch keine Dehnung stattfindet, ferner, daß die bei der Kurzsichtigkeit gefundenen Veränderungen dieser Theorie auf strikteste widersprechen. Die Erklärung für den geringen Prozentsatz an Kurzsichtigkeit bei den genannten Berufsklassen ist eine sehr einfache und deckt sich vollständig mit der von dem Verfasser aufgestellten Theorie. Die Uhrmacher, Juweliere und Goldarbeiter arbeiten nämlich auf niedrigen Schemeln an hochgestellten Arbeitstischen, die Feinstickerinnen haben ihre Arbeiten in großen Rahmen ausgespannt, welche dem Auge gerade gegenüberstehen, oder die in einem kleinen Rahmen eingeschlossene Arbeit wird durch ein Schraubgewinde dem Auge möglichst genähert. In allen diesen Fällen wird daher die Arbeit mit stark angenähertem Auge, aber in einer relativ geraden Haltung verrichtet, und das schädigende Moment der Rumpf- und Kopfbeugung spielt bei diesen Arbeitern nur eine geringe Rolle.

Experimentelle Erzeugung der Kurzsichtigkeit.

Die angeführten Beweise für die Richtigkeit obiger Theorie waren bisher nur theoretischer Natur. Wenn diese Theorie richtig ist, so mußte es auch gelingen, auf der Grundlage derselben Kurzsichtigkeit experimentell zu erzeugen. Der Verfasser hat daher Tierversuche angestellt, zunächst an jungen Kaninchen, Hunden und Katzen, die täglich für mehrere Stunden des Tages in eine Stellung gebracht wurden, bei der der Kopf nach abwärts gerichtet war. Die Tiere, die diese Prozedur sehr gut vertrugen, wurden nach vorheriger sorgfältiger Refraktionsbestimmung unter Atropin, welches die Akkommodation lähmt, in verschiedenen Zwischenräumen untersucht. Es gelang, auf diese Weise 12 Tiere zu erhalten, die nach längerer resp. kürzerer Zeit (8 bis 90 Tagen) eine allmählich zunehmende Kurzsichtigkeit von 1 bis 4,5 D. aufwiesen. Ophthalmoskopische Veränderungen wurden allerdings an diesen Tieren nicht beobachtet. Diese Versuche sind von Possek¹⁾ nachgeprüft und in vollem Umfang bestätigt worden.

Aber diese Versuche befriedigten den Verfasser nicht ganz. Einmal, weil es sich um Augen handelte, deren anatomischer Bau dem mensch-

lichen gegenüber nicht unwesentliche Unterschiede aufweist, dann aber, weil die Versuchsanordnung bei diesem Tiermaterial eine ziemlich grobe sein mußte. Die Versuche wurden daher wiederholt und zwar an jungen Affen, deren Augen mit denjenigen des Menschen eine sehr große Ähnlichkeit besitzen¹⁾. Die Affen wurden in kleine der Größe der Tiere entsprechende Kästchen eingeschlossen, so daß der Kopf oben herausragte und frei beweglich blieb, aber durch Verlängerung der Rückenwand der Kästchen verhindert wurde, sich über die Wirbelsäule nach rückwärts zu bewegen. Die Kästchen wurden dann leicht schräg, etwa in einem Winkel von 10° zur Tischoberfläche aufgestellt und der Affe infolgedessen gezwungen, die Augen senkrecht nach abwärts zu richten; die Entfernung zwischen dem Knotenpunkt der Augen und der Tischplatte, auf der einige Rüben lagen, betrug 14 cm. Die Augen befanden sich hier in einer Stellung, die mit derjenigen des Kindes



Versuchsanordnung zur absichtlichen Erzeugung von Kurzsichtigkeit an Affen: der Affe wird veranlaßt, die Augen andauernd senkrecht nach unten zu richten. Das Auge fällt hierbei unter der Einwirkung der Schwerkraft nach vorn.

beim Schreiben und Lesen sehr große Ähnlichkeit besitzt. Zum besseren Verständnis der Versuchsanordnung ist dieselbe hier im photographischen Bilde wiedergegeben. Die täglich für einige Stunden ausgeführte, sehr harmlose Prozedur ertrugen die Tiere ohne die geringste Gesundheitsschädigung. Von sechs Affen, unter denen sich zwei Kontrolltiere befanden, gingen aber vier Tiere an Tuberkulose schon nach kurzer Zeit ein, die beiden anderen wurden 9 und 12 Monate am Leben erhalten. Bei dem einen normalsichtigen Affen betrug die Refraktion des Auges am Ende der Untersuchung — 9 D. und — 7 D., bei dem zweiten Affen, der schon bei Beginn der Untersuchung eine geringe Kurzsichtigkeit aufwies,

¹⁾ R. Possek, Die Ursachen, Verhütung und Behandlung der Sehstörungen bei Schulkindern. 17. internat. Kongreß London, Sektion XVIII.

¹⁾ G. Levinsohn, Die Entstehung der Kurzsichtigkeit, mit Demonstration kurzsichtig gemachter Affen. Bericht über die 39. Versamml. d. ophthalm. Gesellschaft, Heidelberg 1913.

(— 3 D.), steigerte sich diese im Verlauf von 12 Monaten auf — 14 D. und — 15 D. Die Zunahme der Refraktion erfolgte langsam und allmählich, etwa alle 8 bis 14 Tage um $\frac{1}{2}$ D., in der letzten Zeit wurde häufig ein Stillstand in der Zunahme beobachtet. Gleichzeitig mit dem hohen Grade der Kurzsichtigkeit traten nun Veränderungen am Rande des Sehnerven auf, die sich langsam verstärkten, aber erst nach Monaten deutlich in Erscheinung traten. Es handelte sich um eine deutliche Konusbildung am Schläfen- und eine Supertraktionsbildung am nasalen Rande, Veränderungen, die für Kurzsichtigkeit geradezu typisch sind.

Außerordentlich charakteristisch und von ganz besonderer Bedeutung war dann der histologische Befund dieser Augen¹⁾. Dieser war ausgezeichnet durch alle diejenigen Merkmale, die bei der Kurzsichtigkeit am menschlichen Auge so oft zur Beobachtung gekommen sind, nur daß sie beim Affen in einer Reinheit und Übersichtlichkeit zutage traten, wie sie beim Menschen infolge der sekundären Veränderungen fast nie angetroffen werden.

Wichtigkeit der Affenversuche.

Den Versuchen am Affenauge muß eine ganz besondere Bedeutung zuerkannt werden,

1. weil die Kurzsichtigkeit bei Affen, abgesehen von vereinzelten Fällen geringen Grades im allgemeinen unbekannt ist, jedenfalls hochgradige Kurzsichtigkeit wie bei den Versuchstieren niemals beobachtet worden ist,

2. weil die hier nachgewiesenen histologischen Veränderungen gleichfalls noch niemals beim Affen festgestellt sind,

3. weil die Entwicklung der Myopie, das Auftreten der ophthalmoskopischen Abweichungen und die Ausbildung der histologischen Veränderungen einer sehr harmlosen Versuchsanordnung, nämlich der vorübergehenden Horizontalstellung der Tiere ihre Entstehung verdanken.

Durch die Versuche der Affen ist der exakte Beweis erbracht, daß in der Tat nur in der Beugung des Rumpfes und Kopfes und der dadurch bedingten Einwirkung der Schwerkraft auf das Auge dasjenige schädigende Moment der Naharbeit gesucht werden muß, das die Dehnung des Auges, d. h. Kurzsichtigkeit, zur Folge hat.

Disposition für die Entstehung der Kurzsichtigkeit.

Es bleibt nun noch übrig, auf diejenigen Faktoren, welche neben der Beugung des Rumpfes und Kopfes auf die Entstehung der Kurzsichtigkeit einen Einfluß besitzen, mit kurzen Worten einzugehen. Da kann es zunächst keinem Zweifel unterliegen, daß die Kurzsichtigkeit sich vorzugs-

weise in denjenigen Augen entwickeln wird, die für die Dehnung eine besondere Disposition besitzen. Das Moment der Disposition spielt natürlich bei der Kurzsichtigkeit die gleiche Rolle, wie bei allen anderen Krankheiten resp. Entwicklungsstörungen. Bezüglich der erbten Anlage wird man aber nicht umhin können zu berücksichtigen, daß über 50 % aller Gebildeten durch die Schule kurzsichtig werden, und daß es daher gar nicht überraschen kann, wenn so außerordentlich häufig wenigstens der eine der Eltern kurzsichtig gefunden wird. Daß abgesehen von den Eltern in den weiteren Graden der Verwandtschaft fast immer Kurzsichtige angetroffen werden, ist unter diesen Umständen geradezu selbstverständlich. Von viel größerer Bedeutung als die angeborene Veranlagung scheint die erworbene Disposition zu sein. Es hat sich gezeigt, daß die Kurzsichtigkeit vorzugsweise bei schwächlichen Individuen aufzutreten pflegt, namentlich ist auch die Beobachtung gemacht worden, daß Myopie sich im Gefolge erschöpfender Krankheiten, wie Scharlach, Masern, Diphtherie, einzustellen pflegt. Der Grund für diese Erscheinung liegt darin, daß durch diese Krankheiten alle Gewebe, demnach auch die Lederhaut des Auges, in ihrer Widerstandsfähigkeit geschädigt werden, und daß letztere dem dehnenden Zuge der Schwerkraft um so leichter Folge leistet.

Eine besondere Disposition für die Ausbildung der höheren Grade von Kurzsichtigkeit kommt den Fällen mit angeborener Myopie zu. Diese Fälle sind allerdings nur selten. Von früheren Untersuchern ist das seltene Vorkommen angeborener Kurzsichtigkeit fast durchweg betont worden. Unter 50 Kindern im ersten Lebensjahr hat der Verfasser nach Akkomodationslähmung unter Atropinmydriasis nur bei einem Kinde eine Kurzsichtigkeit von 4 und 4,5 D. festgestellt, bei der großen Mehrzahl aller Kinder war der Bau des Auges mehr oder weniger übersichtig. Die hochgradige Kurzsichtigkeit dürfte daher nur selten eine angeborene sein und sich in der Regel auf der Basis der Normal- resp. Übersichtigkeit entwickeln. Ein prinzipieller Unterschied zwischen einem weniger und hochgradig kurzsichtigen Auge besteht nicht. Die Trennung in zwei ganz verschiedene Formen (Schul- und angeborene Kurzsichtigkeit) ist rein willkürlich und nur von klinischen Gesichtspunkten aus gemacht worden, da sichere Grenzen zwischen beiden Formen fehlen. Wir können während der Entwicklung fast niemals mit Sicherheit feststellen, welche Form vorliegt, und ob nicht die letztere in die erstere übergehen wird, vor allem aber ist das anatomische Substrat in beiden Formen durchaus das gleiche und nur — auch nicht einmal immer — dem Grade nach verschieden. Inwieweit bei dem Auftreten hochgradiger Kurzsichtigkeit, da wo die Naharbeit keine Rolle gespielt hat, also insbesondere bei Landarbeitern, neben der Veranlagung — angeborener oder er-

¹⁾ G. Levinsohn, Über den histolog. Befund kurzsichtig gemachter Affenaugen und die Entstehung der Kurzsichtigkeit. v. Gräfes Archiv f. Ophthalmologie Bd. 88, 3. Heft, S. 452, 1914.

worbener Disposition — das Moment der Rumpf- und Kopfbeugung wirksam gewesen ist, mag hier unerörtert bleiben, da klinische Untersuchungen nach dieser Richtung nicht vorliegen.

Wirksame Bekämpfung der Kurzsichtigkeit.

Die Auffassung, daß bei der Entstehung der Kurzsichtigkeit als schädigendes Moment in erster Linie die Rumpf- und Kopfbeugung in Frage kommt, kann auf Grund der angeführten Tatsachen nicht bezweifelt werden. Eine wirksame Bekämpfung wird daher nur Aussicht auf Erfolg haben, wenn sie vorzugsweise auf Ausmerzung dieser Schädigung beim wachsenden Individuum gerichtet ist. In zweiter Linie wird eine Herabsetzung der Disposition, welche das Auftreten der Kurzsichtigkeit begünstigt, angestrebt werden müssen. Aufgabe der Hygiene, insbesondere auf dem Gebiete der Schule, wird es sein, durch Aufklärung der Bevölkerung und geeignete Maßnahmen der außerordentlichen Verbreitung der Kurzsichtigkeit mit allen ihren Schädigungen wirksam zu begegnen.

Besprechungen.

Planck, M., *Eight lectures on theoretical physics, delivered at Columbia University in 1909.* Translated by A. P. Wills. New York, Columbia University, 1915, 130 S.

Die acht Vorlesungen, die *Max Planck* im Frühjahr 1909 als foreign lecturer an der Columbia-Universität gehalten hat, sind in deutscher Sprache schon im Jahre 1910, also drei Jahre vor der Gründung dieser Zeitschrift, im Verlag von S. Hirzel (Leipzig) erschienen. Da infolgedessen die Bedeutung des Werkes an dieser Stelle noch nicht gewürdigt worden ist, so sei es jetzt, bei Gelegenheit des Erscheinens der englischen Übersetzung, gestattet, die Besprechung nachzuholen.

Planck hat in diesem höchst lesenswerten Buche den damaligen Stand des Systems der theoretischen Physik meisterhaft gezeichnet. In verhältnismäßig knapper Form, wie sie durch die Natur der Vorlesung geboten war, findet der Leser hier wichtige Abschnitte aus der Thermodynamik, der kinetischen Gastheorie, der Wärmestrahlung und der Relativitätstheorie behandelt. Überall ist der Kern der Probleme in schöner und lichtvoller Weise herausgeschält, überall die Originalität der Darstellung gewahrt; denn auf allen diesen Gebieten sind *Plancks* eigene Forschungen bahnbrechend und fördernd gewesen. Manche Entwicklungen, besonders im Gebiet der Quantenlehre, haben in den letzten sieben Jahren Veränderungen erfahren, zum Teil hat sie *Planck* selbst modifiziert. Auch ist durch die Schaffung der Einsteinschen Gravitationstheorie die Relativitätstheorie bedeutend verallgemeinert und erweitert worden. Trotzdem ist, dem Wunsche des Verfassers gemäß, bei der englischen Übersetzung von einer Veränderung des Originals abgesehen worden. Und dies mit vollem Recht! Denn nur so kann man in Gebieten, wo die Ideen in starkem Flusse sind, den historischen Entwicklungsgang der fraglichen Theorien verfolgen und durch Vergleich der damaligen mit den heutigen Anschauungen die Fortschritte einschätzen.

Den Inhalt des Buches wollen wir kurz skizzieren. Die erste Vorlesung wirft die Frage auf, in welcher Weise man am sachgemäßesten das System der theoretischen Physik gliedern könne. *Planck* entscheidet sich für die Einteilung aller physikalischen Prozesse in reversible und irreversible. Der Begriff und die Existenz irreversibler Vorgänge in der Natur sind eng verknüpft mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, der durch Einführung des Entropiebegriffes nach *Clausius* formuliert wird. Eine rein thermodynamische Anwendung des zweiten Hauptsatzes bringt die zweite Vorlesung. Hier werden durch Benutzung eines an *Gibbs* anknüpfenden thermodynamischen Potentials die Gleichgewichtszustände in verdünnten Lösungen nach einer einheitlichen Methode behandelt, und so z. B. die van't Hoff'schen Gesetze der Siedepunkterhöhung der Gefrierpunkts- und Dampfdruckerniedrigung und des osmotischen Druckes gewonnen.

In der folgenden Vorlesung wird der Entropiebegriff durch Einführung der atomistischen Theorie der Materie vertieft und die Boltzmannsche Beziehung zwischen Entropie und Zustandswahrscheinlichkeit hergestellt. Auf Grund dieser fundamentalen Beziehung werden in der vierten Vorlesung die Gesetze abgeleitet, die das Verhalten der idealen Gase im Gleichgewichtszustand beherrschen, das Maxwell'sche Verteilungsgesetz der Molekülgeschwindigkeiten und die Gesetze von *Boyle*, *Gay-Lussac* und *Avogadro*. Die fünfte und sechste Vorlesung enthalten die Planck'sche Theorie der Wärmestrahlung. Nach einer Übersicht über die Grundbegriffe dieser Lehre wird zuerst der rein elektrodynamische Teil behandelt, nämlich das bekannte Problem des Resonators im Strahlungsfelde, dessen Durchführung in der Beziehung zwischen der spektralen Strahlungsintensität des Feldes und der mittleren Resonatorenergie gipfelt. Der zweite Teil der Theorie ist statistischer Natur. In ihm wird die Grundidee der Quantenvorstellung entwickelt, in der Form, daß den Elementargebieten gleicher Wahrscheinlichkeit in der Zustandsebene des Resonators endliche Größe zukommt. Es ist dies wesentlich dieselbe Formulierung der Quantenhypothese, die *Planck* in seinen jüngsten Arbeiten über die Struktur des Phasenraumes erweitert und ausgebaut hat. Aus der Quantenforderung folgert er die ganzzahligen diskreten Energiewerte des Resonators. Unter der Voraussetzung dieser quantenhaften Teilung der Resonatorenergie wird die Wahrscheinlichkeit für einen bestimmten Zustand des Resonators und daraus mit Hilfe der Boltzmannschen Beziehung die Entropie des Resonators als Funktion seiner mittleren Energie berechnet. Durch Einführung der Temperatur bei Anwendung des zweiten Hauptsatzes und Verknüpfung mit dem Resultat des elektrodynamischen Teiles folgt schließlich die spektrale Strahlungsintensität als universelle Funktion von Schwingungszahl und Temperatur, d. h. das Strahlungsgesetz des schwarzen Körpers.

Die beiden letzten Vorlesungen sind der allgemeinen Dynamik gewidmet. Hier wird das Hamiltonsche Prinzip der kleinsten Wirkung als beherrschende Macht aufgestellt und seine außerordentliche Fruchtbarkeit an Beispielen aus der Mechanik, der Thermodynamik und der Elektrodynamik erläutert.

Den Schluß bildet ein kurzer Abriß des Lorentz-Einsteinschen Relativitätsprinzips, seiner Entstehungsgeschichte, seiner mathematischen Formulierung und seiner weittragenden Folgen in den verschiedenen Gebieten der Physik.

F. Reiche, Berlin.

Weber, R. H., und R. Gans, Repertorium der Physik.
1. Band: Mechanik und Wärme. Leipzig und Berlin,
B. G. Teubner, 1915/1916. I. Teil: XII, 434 S. und
126 Fig. Preis geb. M. 8,—. II. Teil: XIV, 613 S.
und 72 Fig. Preis geb. M. 12,—.

Das Werk, dessen 1. Band uns hier vorliegt, soll auf dem Gebiete der Physik ein Analogon zu dem bekannten Pascalschen Repertorium der Mathematik darstellen. Allerdings lag es, wie die Verfasser im Vorwort betonen, in der Natur der Sache, daß die knappe Form des Pascalschen Werkes nicht nachgeahmt werden konnte. Denn bei vielen physikalischen Forschungsergebnissen ist gerade der Entwicklungsgang von lehrreicher Bedeutung.

Überblickt man die gesamte Arbeit, so weit sie bisher der Öffentlichkeit übergeben worden ist, so kann man meiner Ansicht nach mit Freude feststellen, daß hier ein glückliches Unternehmen seinen teilweisen Abschluß gefunden hat. Das Buch wird in der Tat jedem produktiv Arbeitenden eine willkommene Orientierung und eine Einführung in die Spezialliteratur bieten.

Der 1. Band besteht aus zwei getrennten Teilen. Im 1. Teil wird die Mechanik, die Elastizitätstheorie und Hydrodynamik von *R. Gans* und die Akustik von *F. A. Schulze* behandelt. Der 2. Teil bringt die Theorie der Kapillarität, die Lehre von der Wärme und der Wärmeleitung, und die kinetische Gastheorie, alle bearbeitet von *R. H. Weber*. Den Schluß bildet die statistische Mechanik, von der Hand von *Paul Hertz*.

Auf den Inhalt näher einzugehen ist hier nicht möglich. Nur auf wenige einzelne Punkte möchte ich hinweisen, die mir beim Lesen auffielen. So enthält der Artikel über kinetische Gastheorie eine Reihe von Ungenauigkeiten, die leicht zu verbessern wären. Z. B. ist der Beweis des Maxwellschen Verteilungsgesetzes in Teil II. Nr. 204 fehlerhaft. Ferner sollte bei der Behandlung der Reibung und Wärmeleitung in Gasen erstens auf die Sommerfeldsche Verbesserung deutlich hingewiesen werden, die bekanntlich zu der experi-

mentell gut bestätigten Formel $\alpha = \frac{5}{2} \eta c_v$ führt (nicht zu den Formeln (3) und (4) der Nummer 213), zweitens aber sollte betont werden, daß das Maxwellsche Gesetz bei diesen Vorgängen prinzipiell nicht gilt.

Indessen sind dies geringfügige Versehen, die den Eindruck des Ganzen nicht beeinträchtigen.

Mit großer Genugtuung wird auch der Eingeweihte die Zusammenfassung kleinerer Spezialfragen oder die Ergebnisse eines größeren Gebietes an sich vorüberziehen lassen. So sei z. B. besonders hingewiesen auf das Kapitel über die Theorie der Schwingungen im 1. Teil, und auf die ausführliche Darstellung der statistischen Mechanik durch *Paul Hertz*, in der der Verfasser das schwierige und voller Probleme steckende Gebiet kritisch durchleuchtet und überall mit eigenen Forschungsarbeiten durchsetzt hat.

F. Reiche, Berlin.

Kayser, H., Lehrbuch der Physik für Studierende.
5. verbesserte Auflage. Stuttgart, Ferdinand Enke,
1916. XII, 554 S. und 349 Textfiguren. Preis geh.
M. 13,40.

Ein Lehrbuch der Experimentalphysik, das in 25 Jahren 5 Auflagen erlebt hat, und dessen Verfasser ein berühmter Universitätslehrer ist, ist bekannt genug, um noch besonderer Empfehlung zu bedürfen. Es hat aber auch seine Brauchbarkeit deutlich genug bewiesen, um nicht andererseits einen Einwand, der

dagegen erhoben werden muß, zu ertragen. Dieser Einwand, der sich übrigens mehr oder weniger gegen viele Lehrbücher der Experimentalphysik erheben läßt, betrifft die Behandlung der technischen Anwendungen der Physik.

Daß die Lehrbücher der Experimentalphysik technische Dinge nur nebenher behandeln, gleichsam in Ergänzungen und Zusätzen, ist durchaus berechtigt. Auch das ist berechtigt, daß sie sie nicht eingehender behandeln als erforderlich ist, um einen Ausblick von der Theorie in die Wirklichkeit zu geben, und um die mehr oder weniger trockenen theoretischen Auseinandersetzungen an greifbaren Dingen Leben gewinnen zu lassen. Beschriebe man die Maschinen, Apparate und dergleichen um ihrer selbst willen, so würde jede Konstruktion ähnlicher Art den gleichen Anspruch darauf haben, und zwar in jeder technischen und jeder naturwissenschaftlichen Disziplin, die in der Physik wurzelt. Ein Lehrbuch der Physik kann aber unmöglich alle daraus entspringenden Forderungen erfüllen. Seine Aufgabe ist erfüllt, wenn es die Prinzipien so klar beschreibt, daß, wer in einem Sonderfache physikalischen Ursprungs ein Lehrbuch zu Rate zieht, dessen Darlegungen folgen kann. Mehr ist nicht erforderlich. Aber ein gewisses Mindestmaß muß man auch hier erwarten, und zwar sowohl hinsichtlich des Umfanges, wie hinsichtlich der Zuverlässigkeit. Es darf gefordert werden, daß das, was das Buch über technische Dinge bringt — es mag noch so wenig sein —, vor den Augen des technischen Sachkenners bestehen kann. Aber in dieser Beziehung lassen die physikalischen Lehrbücher im allgemeinen viel zu wünschen übrig. Selbstverständlich liegen den Verfassern, da sie nur eine geringe Berührung mit der Praxis haben, technische Dinge meist fern, und sie können daher der Information an wirklich zuständiger Stelle, sei es einer literarischen oder einer persönlichen, nicht entraten. — Wo die Grenze für den Umfang des Darzustellenden zu ziehen ist, ist natürlich schwer zu sagen, aber im allgemeinen wird man sich leicht darüber einigen, was bestimmt nicht fehlen darf.

Das Kayser'sche Buch steht diesen Fragen ziemlich indifferent gegenüber, und der daraus entspringende Mangel macht sich jetzt recht fühlbar, denn der Wunsch, sich über die technischen Anwendungen der Physik zu unterrichten, ist bei den meisten jetzt viel größer als zu anderen Zeiten. Als Beweis dafür wird man den Erfolg der seit Kriegsbeginn in dritter Auflage erschienenen „Physik im Kriege“ von *Auerbach* anführen können. Daß ein Lehrbuch der Experimentalphysik im Jahre 1916 erscheint und weder dem Luftschiff noch dem Flugzeug eine Zeile widmet, ist eine Unterlassung, auf die man sicherlich hinweisen darf, ohne sich in den Verdacht eines Kritikers zu bringen. Das Buch erwähnt zwar, daß die Existenzmöglichkeit des Luftballons auf dem Auftriebe beruht und bringt das übliche Rechenexempel über den Auftrieb eines mit Wasserstoff gefüllten Ballons von gegebenem Kubikinhalt, aber das ist auch alles. Man wird aber von einem für Studierende bestimmten Lehrbuch der Physik jetzt verlangen können, daß man sich mit seiner Hilfe darüber unterrichten kann, worauf die Lenkbarkeit eines Luftschiffes beruht. Man wird vielleicht darauf verzichten, sich auch zugleich darüber unterrichten zu können, was es mit dem unstarren, dem halbstarren und dem starren System auf sich hat; ich glaube aber nicht, daß man in den Ruf eines Chauvinisten geraten wird, wenn man erwartet, daß der Name *Zeppelin* in einem solchen Buche erwähnt wird.

Die Lücken, die das Kaysersche Buch in diesen und ähnlichen Dingen zeigt, könnten die Vermutung nahelegen, daß der Verfasser es grundsätzlich vermieden hat, technische Anwendungen der Physik zu besprechen. Aber das ist keineswegs der Fall, denn er erwähnt z. B. auch die elektrische Beleuchtung, beschreibt im besonderen, und zwar mit einer Skizze, die Hefner-Altenecksche Differentialbogenlampe und die Beleuchtung durch Glühlampen. Auch die Nernstlampe ist erwähnt, und die bloße Erwähnung, so kurz sie auch ist, würde vollkommen genügen, wenn sie nicht einen tatsächlichen Irrtum enthielte. Eine Nernstlampe, „bei der ein Magnesiastab erhitzt wird“, hat niemals existiert; und ebensowenig zutreffend wie die auf die Nernstlampe bezüglichen Angaben sind die auf die anderen Glühlampen bezüglichen. Die Dampfmaschine ist nur in der aus den elementaren Lehrbüchern bekannten Form erwähnt. Nichts läge näher, als im Anschluß an die Erwähnung des geringen Nutzeffektes der gewöhnlichen Dampfmaschine den Daimlermotor und den Dieselmotor zu besprechen, da sie in instruktiver Weise die weitere Erläuterung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie gestatten würden. Der Dieselmotor ist zwar in der Form eines in Parenthese stehenden Wortes erwähnt, hier aber irrtümlich, da man ihn der Beschreibung nach für einen Ottoschen Gasmotor halten würde, der statt mit Gas mit Öl betrieben wird. Die drahtlose Telegraphie ist nur in einigen Zeilen erwähnt, ohne irgendwie beschrieben zu werden.

Seltsamerweise macht sich dieser Mangel der Behandlung technischer Anwendungen auch im Gebiete der optischen Instrumente bemerkbar, einem Gebiete, das fast von allen Lehrbüchern der Experimentalphysik eingehender behandelt zu werden pflegt. Nicht einmal die Brille und der jetzt so bekannte Begriff der Dioptrie (an Stelle der alten Brillennummer in Zoll) ist erwähnt. Das Galileische Fernrohr, das als Opernglas, abgesehen von der Brille, sicherlich das weitest verbreitete optische Instrument ist, ist von der fast in allen Lehrbüchern zu findenden irrtümlichen Zeichnung des Strahlenganges begleitet. (Daß diese Figur, die von Euler stammt, falsch ist, ist in der physikalischen Literatur wiederholt, namentlich von Czapski, besprochen worden.) Das Zeißsche Prismenfernrohr, das das Galileische Fernrohr für binokulares Sehen als Opernglas und das gewöhnliche terrestrische Fernrohr ersetzen soll und in vielen Hunderttausenden von Exemplaren existiert, ist überhaupt nicht erwähnt. Auch der Entfernungsmesser, der auf dem Prinzip des Stereoskops beruht, und der in den letzten 15 Jahren zu einem Instrument von erstaunlicher Vollkommenheit entwickelt worden ist und für die Erzielung der Treffsicherheit großer Geschütze von unabsehbarer Bedeutung geworden ist, fehlt. Alles das sind aber Dinge, über die sich gerade jetzt mancher Studierende, auch wenn er sonst keine besonderen technischen Interessen hat, wird gern unterrichten wollen. Die Regelmäßigkeit, mit der das Kaysersche Buch alle fünf Jahre eine neue Auflage erlebt hat, läßt für das Jahr 1921 die 6. Auflage erwarten — hoffentlich eine um die Beschreibung der bisher fehlenden technischen Anwendungen erweiterte.

A. Berliner, Berlin.

Die Deutschen und die Wissenschaft. Edmond Perrier hat den Comptes Rendus vom 2. Juli zufolge der Akademie ein Buch mit dem Titel „Die Deutschen

und die Wissenschaft“ vorgelegt, das mehrere Akademiemitglieder zu Bearbeitern hat. Die Comptes Rendus schreiben hierzu:

„Im Anschluß an die Kundgebung der deutschen Gelehrten und die Antwort der Akademie der Wissenschaften hierauf erging an mehrere Mitglieder der Akademie und einiger anderer gelehrten Gesellschaften die Anfrage, welche Rolle ihrer Meinung nach Deutschland in der Entwicklung der modernen Wissenschaft gespielt habe. Im ganzen sind darauf 28 Antworten eingegangen, darunter 17 von Akademiemitgliedern; sie bilden einen Band von 375 Seiten, den man als die wahre Ansicht der französischen Gelehrten über die deutsche Wissenschaft betrachten kann. Paul Deschanel hat ein beredtes Vorwort dazu geschrieben¹⁾. Niemand leugnet die erstaunliche Arbeit, der sich die deutschen Gelehrten seit 1870 gewidmet haben. Besonders vor dieser Epoche hat es unter ihnen Gelehrte wie Leibniz, Gauß, Liebig, Wöhler, von Baer, Johannes Müller, Helmholtz gegeben, deren Werke ersten Ranges und wahrhaft original sind. Aber die Mehrzahl der anderen hat sich fast ausschließlich damit beschäftigt, Gedanken und Entdeckungen weiter zu entwickeln, die anderswo, hauptsächlich in Frankreich und in England, geboren worden sind. Dieser Aufgabe widmen sich zahlreiche Sucher mit der größten Gelehrigkeit unter der Anleitung des Meisters. Der Gegenstand ihrer Studien ist meist sehr beschränkt und würde im übrigen kaum Stoff für einige Seiten liefern; durch Zufügung kompändöser historischer Zusammenstellungen aber, die sich jedes Jahr reißend verlängern, vergrößert sich durch eine natürliche Folge dieser Untersuchungsverfahren auch der Umfang. Er kann sich ins Unendliche verlängern, und inmitten einer Sintflut von Zitaten, von Zusammenstellungen, von Diskussionen muß man den eigentlichen Gegenstand entdecken, der oft ohne Wichtigkeit ist und bisweilen die Arbeit ganz und gar nur vertauscht. Allein diese Arbeiten füllen umfangreiche Sammlungen, die durch ihre Bandzahl Achtung einflößen, die auf dem Laufenden zu erhalten man in den fremden Laboratorien für Ehrensache hält aus Furcht, ungenügend informiert zu sein, und die, indem sie einander gegenseitig zitieren, eine ungeheure Reklame für die deutsche Wissenschaft und die deutschen Gelehrten machen — auch für diejenigen mit der bescheidensten Flügelweite. In diesen Sammlungen erscheint anfangs jede Arbeit als ein Muster von Gelehrsamkeit, aber sehr bald merkt man, daß diese Gelehrsamkeit ganz einseitig und darauf zugeschnitten ist, fast alles ausschließlich zugunsten Deutschlands zu wenden. Die Fülle der Zitate kann weder gewisse, alles in Frage stellende Auslassungen maskieren, noch eine naive Eitelkeit verbergen. Die Theoretische Chemie von Nernst zitiert, wie Dr. Achatz festgestellt hat, Ostwald 28-mal, Clausius 18-mal, Tamman 17-mal und Kohlrausch 13-mal. Sich selber schreibt der Verfasser 41 Zitate zu. Dafür ist Lavoisier nur einmal zitiert und noch dazu in Parenthese.

In dem Lehrbuch der Bakteriologie von Flügge erntet Koch alle Ehren, Pasteur scheint nur ein ein-

¹⁾ Die verschiedenen Kapitel des Buches stammen von Babelon, Maurice Barrès, Emile Boutroux, Chauveau, Dastre, Yves Delage, Pierre Duhem, Armand Gautier, Henneguy, Camille Julian, Landouzy, Edmond Perrier, Emile Picard, William Ramsay, Salomon Reinach, Charles Richet, Chauffard, Gaucher, Gley, Pinard, Roger Grasset, Marcellin Boule, Stanislas Meunier, Le Dantec, René Loti, Arsène Alexandre.

facher Vorläufer gewesen zu sein. In der Entdeckung des Energieprinzips müssen die wirklichen Bahnbrecher *Sadi Carnot* und *Clapeyron* ihren Platz an *Mayer* und *Clausius* abtreten. Man könnte diese Beispiele ins Unendliche vermehren, und man steht fassungslos vor der Unverfrorenheit, mit der die — Deutschland fremden — Männer von Genie zugunsten der Handwerker zweiter Ordnung beraubt werden, die in ihr Arbeitsgebiet eingebrochen sind.

Bisweilen läßt sich diese Operation zu einem kaufmännischen Zweck ausführen; kaum hatte man die ungeheure Reklame vergessen, die für das verhängnisvolle Tuberkulin *Kochs* gemacht worden war, als eine auf Erfahrung beruhende ungeheure Reklame organisiert wurde für das 606 von *Ehrlich*, der sich für dessen genialen Erfinder ausgab. Nun fällt aber dem französischen Chemiker *Armand Gautier* die Ehre zu, die therapeutischen Eigenschaften und die Unschädlichkeit organischer Verbindungen, in denen das Arsen eine dem Kohlenstoff analoge Rolle spielt, in das richtige Licht gesetzt zu haben. Aber unter diesen Arsenikverbindungen ist das 606 eine derjenigen, bei der die schädlichen Eigenschaften der gewöhnlichen Arsenverbindungen am wenigsten abgeschwächt sind, und seine spezifischen Heilwirkungen sind mehr oberflächlich als tatsächlich. Um nicht von einem drohenden Mißerfolge bedroht zu werden, wie das unglückliche Tuberkulin von *Koch*, ist das 606 nichtsdestoweniger weit über seine Verdienste hinaus gerühmt worden durch Verfahren, deren kommerzieller Zweck auf der Hand liegt, und ebenso ist es mit zahlreichen Medikamenten, die dank einer geschickten Reklame unsere Apotheken überflutet haben.

Unsere Männer der Wissenschaft haben zu allen Zeiten dieses Vorgehen verworfen, ich habe in meinem Buche „Frankreich und Deutschland“ gezeigt, wie weit *Pasteur* und *Berthelot* ihre Selbstlosigkeit getrieben haben. Sie betrachteten die völlig selbstlose Pflege der Wissenschaft als eine Pflicht und würden sich einen Vorwurf daraus gemacht haben, materiellen Nutzen für sich daraus zu ziehen. Vielleicht liegt hier eine gefährliche Übertreibung vor, die bei uns dazu geführt hat, eine allzu undurchdringliche Scheidewand zwischen der Wissenschaft und der Industrie aufzurichten. Dem nationalen Reichtum wäre es nützlicher, wenn diese Scheidewand weniger undurchdringlich wäre. Der große Wohlstand der chemischen Industrie in Deutschland ist zum guten Teil der engen Vereinigung zwischen der Fabrik und dem Laboratorium zu danken.

Eine andere Ursache für diesen Wohlstand — es wäre kindisch, das zu leugnen — ist die Vollkommenheit der deutschen Organisation. Sie ist der Originalität wenig günstig, aber sie ist eine der Grundbedingungen für den hohen Nutzeffekt, und *Pierre Duham* deutet feinsinnig an, warum sie in Deutschland so vollkommen entwickelt worden ist. Der Deutsche trägt normalerweise den klösterlichen Geist in sich, der von jeglicher Initiative frei macht. Er liebt es, gerade weil er der Initiative ermangelt, unterstützt und kommandiert zu werden; was die Mönche durch freiwilligen Verzicht tun, aus Demut, die sie für verdienstlich halten, weil sie ausnahmsweise ist, das tun sie durch eine erbliche Veranlagung ihres Geistes. Deswegen haben auch die verschiedenartigsten Vereinigungen die Sicherheit, zur Blüte zu gelangen, deswegen haben sie leicht große Fabriken gründen können und kaufmännische Vereinigungen, die sich netzartig über die ganze Welt haben ausbreiten können, deswegen

haben sie sich so leicht der preußischen Herrschaft unterworfen, die darauf zählte, aus ihnen die Instrumente zur Errichtung der Weltherrschaft zu machen, von der sie träumten. Wir haben sehen können, zu welchem Ergebnis eine methodische Organisation führen kann. Es würde vielleicht für uns vorteilhaft sein, durch eine freiwillige Selbstzucht das zu verwirklichen, was die deutsche Gelehrigkeit auf der anderen Seite des Rheines so leicht gemacht hat.“

Die „Nature“ schreibt dazu (28. September):

„Das Buch erinnert an ein „Thema mit Variationen“. Das Thema ist *Pasteurs* oft zitiertes Wort „Die Wissenschaft hat kein Vaterland, aber der Mann der Wissenschaft hat eins“; und das Thema ist die bewundernswerte Vorrede von *Paul Deschanel*, dem Präsidenten der Deputiertenkammer. Die 28 Variationen behandeln das Thema sehr verschieden, je nachdem der Schreiber mehr die Wissenschaft oder mehr den Mann der Wissenschaft ins Auge faßt. Der Ton wechselt zwischen dem äußerster Bitterkeit in dem Aufsatz „La Thérapeutique Commerciale des Allemands“ von *Gaucher* und dem beißender Ironie in *Delages* „Histoire Naturelle du Doctus Bochensis“ und geht bis zu einem liebenswürdigen Briefe von *Grasset*, der den Nachdruck darauf legt, daß die Wissenschaft kein Land hat und die Exkursion der deutschen Gelehrten aus dem Gebiete des Wissens heraus in das der Politik oder der Nationalität nicht mitmachen wird. Unter den gegenwärtigen Umständen ist es schwer, eine so kosmopolitische Haltung dem Augenblick angemessen zu erachten. Auf stärkeren Widerhall können *A. Dastre*s Ausführungen über deutschen Mystizismus und Materialismus in ihrer Beziehung zu Wissenschaft und Fortschritt rechnen.

Emile Picard berührt die Frage der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit nach dem Kriege und erinnert uns daran, daß die Wissenschaft von den Gelehrten nicht unabhängig ist. Die Wissenschaft hat kein Vaterland, aber der Fortschritt der Wissenschaft kann nur durch Organisationen Ausdruck finden, die nationalen Charakter haben. Am Ende ist Wahrheit das einzige, was in Betracht kommt; aber die Wahrheiten der Wissenschaft sind unerkennbar, solange sie embryonal im Gehirn des Suchenden existieren, und werden auch nicht immer erkannt, wenn sie das Stadium des Manuskripts oder des Druckes erreicht haben. Die Brille des Vorurteils kann manchen Ausblick auf die Wahrheit in einen glänzenden Brennpunkt bringen, kann aber manchen anderen zur Unkenntlichkeit verzerren; und Vorurteil kann für Nationen und Menschen charakteristisch sein. Es hilft dem Fortschritt des Wissens niemals, kann unglücklicherweise aber die Entwicklung der Wahrheiten der Wissenschaft in anderer Weise beeinflussen. Das Leben des wahren Genies kann für den Kampf gegen das Vorurteil zu kurz sein, denn das Genie besitzt nicht immer Selbsterkenntnis und Selbstbewußtsein genug, um sich gegen eine vorurteilsvolle Umgebung durchzusetzen. Selbst das Genie muß seine wissenschaftliche Laufbahn mit Unterricht beginnen, und der Unterricht, der auch die Anfänge der Forschung einschließt, kann das Genie entmutigen, das mit den nationalen Vorurteilen kollidiert.

Während wir in unserem Lande stolz waren auf unsere Einrichtungen für die höhere Erziehung, ungefesselt durch irgendwelche Rücksicht, außer der auf das Geld und die kleintlichen Nebenbuhlerschaften von Korporationen, ohne eine formelle Verantwortlichkeit, den Erforder-

nissen des Landes zu begegnen, sorgte das Deutsche Reich für weitgehende Verbesserungen im Unterricht, die notwendigerweise Studenten aus allen nicht so gut versorgten Ländern anzogen, aus England, Frankreich, den Vereinigten Staaten, Japan und von überall sonst her. Gleich den Franzosen betrachteten auch wir diese Vervollkommenung des Unterrichts als ein

bewunderungswürdiges Beispiel von hochherziger Selbstlosigkeit und von Gemeinsinn. Wir haben uns geirrt, und unsere Behörde für nationale Erziehung, wenn wir eine bekommen, wird gut daran tun, Kenntnis zu nehmen von den Beiträgen zu der Geschichte der Wissenschaft, die diese 29 kurzen Essays liefern.“

B.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. September 1916.

Der Einfluß verschiedener Gase auf die Lichtelektrizität des Kaliums; von G. Wiedmann. Es wird der Einfluß von Argon, Sauerstoff, Stickstoff, Leuchtgas und Wasserstoff auf die Lichtelektrizität des K untersucht. Nur der Einwirkung von Wasserstoff ist sowohl die große lichtelektrische Empfindlichkeit als auch vor allem die selektive Wirkung bei der Wellenlänge 436μ zuzuschreiben.

Bemerkungen zum Seriencharakter der Röntgenspektren; von W. Kossel. Im Anschluß an frühere Mitteilungen (Verh. d. D. Phys. Ges. 16, 1914, S. 898 und 953) werden einige Punkte, die den Seriencharakter der Röntgenspektren betreffen, näher verfolgt, indem gleichzeitig die an Bohr anlehrende Vorstellung vom Mechanismus verschärft wird. Zunächst wird die Struktur der Erregungs- (Absorptions-) Grenze, darauf eine Konsequenz des Dupletcharakters der L-Serie für den Bau der $k\alpha$ -Linie, sowie die Frage der zahlenmäßigen Darstellung der Linien besprochen, woran sich eine Erörterung des Begriffes „Serienkern“ anschließt.

Nochmals über die Stellung meiner eigenen Überlegungen, das Gesetz von Dulong und Petit betreffend, zu denen von Einstein; von F. Richarz. Verfasser hat in früheren Arbeiten zur Erklärung der Abweichungen vom Dulong-Petitischen Gesetz insbesondere bei tiefen Temperaturen u. a. die Annahme der molekularen Komplexbildung gemacht, die sich mehrfach als fruchtbares heuristisches Prinzip bewährt hat. Bereits in Ann. d. Phys. 39, 1617, 1912, wies er darauf hin, daß seine Überlegungen mit denen von Einstein nicht in Widerspruch stehen, sondern daß beide nebeneinander gelten. Dies wird anläßlich einer anderweitigen Veröffentlichung aufs neue wiederholt.

Physikalische Zeitschrift; Heft 15, 1916.

Zur Fortpflanzung des Schalles in der freien Atmosphäre; von W. Schmidt. Es wird auf das Unzutreffende der Vorstellung eines Gürtels (Zone) des Schweigens bei starken Schallereignissen, wie Explosionen, Vulkanausbrüchen, hingewiesen, außerdem aber aufgezeigt, daß die mehrfach herangezogene Reflexion des Schalles an der Wasserstoffosphäre wegen der außerordentlich geringen Dichte der Luft in so großen Höhen nicht in Betracht kommen kann.

Über die Extinktion des Lichtes; von C. W. Oseen. Der Widerspruch zwischen der Planckschen Theorie der Dispersion des Lichtes und den Tatsachen, die ich kürzlich hervorgehoben habe, beruht nicht darauf, daß die Maxwell-Lorentzsche Elektrodynamik unrichtig ist, sondern darauf, daß die in einem isotropen Körper im Mittel auf einen Resonator wirkende Kraft nicht den Wert $e(E + \frac{1}{3}P)$ hat, sondern noch ein Glied enthält, das das Plancksche Dämpfungsglied aufhebt.

Eine neue Hochspannungsbatterie; von H. Greinacher. Verfasser hat bereits früher eine Kombination von 8 kleinen Graetzschen Ventilzellen mit 2 Kondensatoren angegeben, welche Wechselstrom von 100 Volt in konstanten Gleichstrom von 250 Volt umwandelt. Das Prinzip wurde nun zur Konstruktion eines bis 6000 Volt konstante Gleichspannung liefernden Apparates verwendet. Die einfache und billige Einrichtung dürfte die bisher gebräuchlichen Hochspannungs-

Akkumulatorenbatterien in sehr vielen Fällen mit Vorteil ersetzen.

Physikalische Zeitschrift; Heft 16, 1916.

Die Strahlung in einer Welle von elementarer Schwingungsform; von Karl Uller. Es wird gezeigt, daß es in einem inhomogenen Körper keine „innere Reflexion“ gibt, wenn die Körperparameter mit ihren Gefällen stetig sind. Ferner daß die Strahlung im allgemeinen keineswegs parallel der Isophasennormalen geht, und daß der Brechungsexponent selbst in konservativen Körpern keineswegs die Brechung beherrscht.

Über die Gleichrichterwirkung des Siliziums und seine Stellung in der thermoelektrischen Spannungsreihe; von F. Fischer und E. Baerwind. Die Arbeit beschäftigt sich mit dem Zusammenhang, der zwischen Thermokraft und Gleichrichterwirkung besteht. Es wird in ihr gezeigt, daß thermoelektrisch positives Silizium stets die entgegengesetzte Gleichrichterwirkung zeigt wie thermoelektrisch negatives Silizium. Es wird eine Anordnung beschrieben, die es gestattet, Thermokraft und Gleichrichterwirkung an bestimmten Kontaktstellen zu messen.

Über die Brownsche Bewegung elektrisch geladener Teilchen in Gasen; von A. Schidlof und A. Targonski. Die Beobachtung der Brownschen Bewegung kegelförmiger Teilchen (Öltröpfchen) erlaubt, den Beweis zu führen, daß die elementare Ladung der Gasionen der der elektrochemischen gleich ist. Das geht nicht nur aus der Berechnung des absoluten Wertes der Ladung hervor, sondern auch aus dem Vergleich der theoretisch berechneten und der beobachteten Verteilung der Brownschen Schwankungen. Den Rechnungen wurde die exakte Theorie der Herren E. Schrödinger und M. v. Smoluchowski zugrunde gelegt. In experimenteller Hinsicht bestätigen unsere Versuche die Resultate der Herren H. Fletcher und C. F. Eyring. Was nicht-kegelförmige (Metall-) Partikeln betrifft, so gelten die verwendeten theoretischen Formeln nur unter gewissen Beschränkungen, die sich aus der allgemeinen Theorie der Brownschen Bewegung ableiten lassen.

Sichtbarmachung der Ionisationsbahnen von H-Teilchen, die durch Zusammenstoß von α -Teilchen mit H-Atomen erzeugt sind; von D. Bose. Bei dem Durchgang von α -Teilchen durch Wasserstoff werden die positiv geladenen Kerne von einigen Wasserstoffatomen durch Zusammenstoß mit den α -Teilchen auf hohe Geschwindigkeit gebracht und bilden die sogenannten H-Teilchen. Marsden hat sie mit Hilfe eines Fluoreszenzschirmes nachgewiesen. Dem Verfasser ist es gelungen, die Bahn dieser H-Teilchen gleichzeitig mit den Bahnen der stoßenden α -Teilchen zu photographieren. Er benutzte dabei auch für H-Teilchen die Methode C. T. R. Wilsons, welcher die Wassertropfen photographierte, die sich an den längs der α -Strahlbahn gebildeten Ionen kondensieren.

Archiv für Elektrotechnik; Band 4, Heft 10, 11 und 12, 1916.

Über die Erregung eines massiven magnetischen Kreises durch Wechselstrom; von L. Dreyfus. Die Erregung eines massiven magnetischen Kreises durch Wechselstrom ist für das asynchrone Anlassen synchroner Maschinen oder für die Ankerrückwirkung einphasiger Synchrongeneratoren von fundamentaler Be-

deutung. Angefangen von ganz niedrigen Zahlen, wie sie der zusammengepreßten Kraftlinienströmung in den Randschichten entsprechen, steigt die Permeabilität gegen das Eiseninnere sehr schnell an, um in der Übergangszone zum feldfreien Kern ihre größten überhaupt möglichen Werte zu erreichen. Der Verfasser hat es sich zum Ziel gesetzt, die Leitung eines Wechselstromes durch massives Eisen unter Berücksichtigung dieser Eigentümlichkeiten zu berechnen. Er mußte daher zuerst die Permeabilitätskurve analytisch formulieren. Um die wechselnde Verteilung der Induktion auch physikalisch anschaulich zu beschreiben, wurde sie mit einer vom Rande aus einfallenden Wellenbewegung verglichen. Zuerst dringt diese nur schwach gedämpft und mit verhältnismäßig großer Wellenlänge gegen die Mittelzone vor; wie aber dabei die Induktion abnimmt und die Permeabilität wächst, so erhöht sich auch die Dämpfung, und nach Durchquerung einer schmalen Randzone ist die Welle praktisch erloschen. Dabei ergibt sich der Gesamtfluß und seine Nacheilung gegen die erregenden Amperewindungen erheblich größer als man es nach der Thomsonschen Theorie unter Zugrundelegung irgendeiner mittleren Permeabilität vermuten konnte.

Grundlagen zur Konstruktion eines neuen Durchführungsisolators; von A. Bolliger. Die Konstruktion von Kraftlinienbildern wird zur Ermittlung der für Durchführungsisolatoren günstigsten Leiterformen verwendet. Dabei ergibt sich für das Innere des Isolators eine nahezu konstante Feldstärke. Durch Einführung der „Kurven konstanter Tangentialfeldstärke“, deren Differentialgleichung abgeleitet wird, gelingt es, einen mit näherungsweise konstanter Tangentialfeldstärke beanspruchten Isolatorkörper zu konstruieren. Den gefundenen Leiter- und Isolatorformen entspricht bei den üblichen Sicherheitskoeffizienten ein Durchführungsisolator von minimalen Dimensionen in der Längs- und Querrichtung. Auf Grund der Folgerungen aus gewissen Hilfssätzen der Potentialtheorie lassen sich im Isolatorinnenraume Bleche als „Potentialregulatoren“ so anordnen, daß die Homogenität des Feldes vergrößert und die Potentialverteilung im Isolator von äußeren störenden Einflüssen möglichst unabhängig wird.

Einige Selbsterregungserscheinungen bei einphasigen Kollektormotoren; von P. Müller. Bei Kollektormotoren treten bisweilen infolge Selbsterregung innere Ströme auf, die entweder zwischen dem Motor und einem vorgeschalteten Transformator oder innerhalb der Motorwicklungen allein verlaufen. Die Bedingungen für das Entstehen solcher Ströme werden eingehend untersucht und Mittel zum Verhindern der Selbsterregung angegeben.

Zur Theorie des Heylandschen Dreiphasenreplikationsmotors; von O. Bloch. Der von Heyland erfundene Motor besitzt die überraschende Eigenschaft, unter Umständen mit dem Leitungsfaktor Eins zu arbeiten. Ausgehend von der Überlegung, daß bei der reinen Drehfeldmaschine Kompensation ausgeschlossen ist, weil im Läufer die EMKe der Transformation und der Rotation genau in Gegenphase stehen, wird der Theorie ein Maschinenschema zugrunde gelegt, bei dem das Auftreten eines Drehfeldes überhaupt ausgeschlossen ist. Diese Annahme erweist sich als hinreichend, um die an der Maschine beobachteten Eigenschaften zu erklären.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Heft 8 und 9, 1916.

Zur Prüfung der Laufgewichtswagebalken; von P. Schönherr. Die Angabe einer Laufgewichtswage ist nicht nur durch das Hebelverhältnis und dessen Änderung mit der Belastung bedingt, sondern es treten noch die inneren Einteilungsfehler der Kerbenskala des Wagebalkens hinzu. Diese sind durch Längenmessungen nur schwer einwandfrei festzustellen, da es nicht auf die reinen linearen Kerbenabstände, sondern auf die für die Wirkung des Laufgewichts maßgebenden Hebellängen

ankommt, die von der Form der Kerbe, der Gestalt und Stellung des Einfallzahns und der Lage des Laufgewichts auf dem Wagebalken abhängen. Es wird gezeigt, wie die Einteilungsfehler durch Wägungen zu ermitteln sind und unter Benutzung einer einfachen, nur auf Hebelwirkung beruhenden Apparatur ohne Rechnung erhalten werden können. Schließlich wird der aus der genauen Ermittlung der Einteilungsfehler entspringende Nutzen für die Prüfung großer Wagen erläutert.

Zur Kenntnis älterer Ansichten über das beidäugige Sehen; von M. von Rohr. Namentlich J. Kepler zeigt sich für die Theorie des beidäugigen Sehens von großer Bedeutung. Die alten von Porta gefundenen und von Kircher erweiterten stereoskopischen Versuche an Sammellinse und Hohlspiegel lassen sich bei Liebhabern durch etwa zwei und einhalb Jahrhunderte verfolgen. Bis her gänzlich übersehene Theoretiker und Experimentatoren auf diesem Gebiet sind Desaguiers und Blagden. Auf die Entwicklung des beidäugigen Perspektivs fällt neues Licht. Trotz alten früheren Arbeiten bleibt Wheatstone das Verdienst, in der Unähnlichkeit der beiden, je einem Auge dargebotenen Perspektiven den Grund der Tiefenwahrnehmung erkannt zu haben.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 8, August 1916.

Der tägliche Gang der Windgeschwindigkeit, insbesondere der stürmischen Winde auf dem Donnersberge; von R. Spitaler. Das meteorologische Observatorium auf dem Donnersberge befindet sich auf dem Gipfel eines steilen, frei aus der Ebene emporragenden, kegelförmigen Berges des böhmischen Mittelgebirges, und die Aufzeichnungen seines Anemometers geben mit großer Reinheit die Windverhältnisse in der freien Atmosphäre in 857 m Seehöhe. Die Bearbeitung der registrierten Windgeschwindigkeiten im Zeitraum 1905 bis 1910, welche sich besonders auch auf die stürmischen Winde bezog, hat nun ganz neue, wertvolle Bereicherungen unserer Kenntnisse über die Beziehungen der Tagesperiode der Windgeschwindigkeiten am Erdboden und in der freien Atmosphäre zutage gefördert, welche in der Abhandlung eingehend behandelt werden.

Beiträge zur Thermodynamik der Atmosphäre; von R. Emden. Der Verfasser untersucht die Eigenschaften der Atmosphären, die durch konstanten Temperaturgradienten ausgezeichnet sind (polytrope Atmosphäre). Der Ersatz einer beliebigen Atmosphäre durch polytrope Schichten ist der üblichen Einteilung in isotherme Schichten ebenso vorzuziehen, wie der Ersatz einer Kurve durch einen Sehnenzug gegenüber einer Anzahl mittlerer Ordinaten. Einige Beispiele erläutern das Verfahren.

Über die Bearbeitung von langen Beobachtungsreihen von V. Láská. Das Problem der Klimaänderung kann zurzeit rechnerisch nicht in Angriff genommen werden. Es fehlen die Grundlagen. Dagegen ermöglichen einige sichere langjährige Temperaturreihen die Bestimmung eines säkularen Gliedes. Die Abhandlung gibt die notwendigen Vorschriften hierzu. Gegenwärtig ist eine Temperaturzunahme von 0,5° C in hundert Jahren als ziemlich sicher anzunehmen.

Biochemische Zeitschrift; Band 75, Heft 4, 5 u. 6, 1916.

Kritisch-experimentelle Untersuchungen über Abderhaldens „spezifische“ Abwehrfermente; von Berthold Oppler. Verfasser kommt auf Grund kritischer Überlegungen und zahlreicher Versuche zu dem Schluß, daß Abderhaldens Lehre von den spezifischen Abwehrfermenten das Ergebnis einer a priori als bewiesen angenommenen Hypothese darstellt. Im übrigen zu einem kurzen Referat ungeeignet.

Über den biochemischen Abbau sekundärer und tertiärer Amine durch Hefen und Schimmelpilze; von Felix Ehrlich. Sekundäre Amine wie Adrenalin und

tertiäre Amine wie Hordenin können gewissen Hefe- und Schimmelpilzrassen zur Stickstoffnahrung dienen. Bei der Assimilation durch die Rahmhefe *Willia anomala* und den Schimmelpilz *Oidina lactis* findet eine Abspaltung der Methylstickstoffgruppe unter Bildung der entsprechenden *Alkohole* statt. So entsteht aus Hordenin fast quantitativ Tyrosol (p-Oxyphenyläthylalkohol), derselbe Alkohol, der früher durch Hefegärung aus Tyrosin und p-Oxyphenyläthylamin erhalten wurde. Ähnliche Desamidierungen spielen wahrscheinlich bei der weiteren Verarbeitung der Alkaloide und Betaine in den grünen Pflanzen eine große Rolle.

Biochemische Zeitschrift; Band 76, Heft 1/2, 1916.

Hydrotropische Erscheinungen I; von Carl Neuberg. Unter Hydrotropie ist die Fähigkeit der wässrigen Lösungen zahlreicher Salze zu verstehen, in Wasser unlösliche Substanzen in wässrige Lösung überzuführen. Die Salze der Benzoesäure und ihrer Substitutionsprodukte, der Benzolsulfosäure und ihrer homologen, der Naphthoesäuren, Thiophencarbonsäure, Phenyllessigsäure und anderer fettaromatischer Säuren, besonders aber hydroaromatischer Säuren wie Naphthen-, Abietin- und Copairasäure, wirken hydrotropisch; sie lösen in wässriger Lösung Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Ketone, Ester, Nitrokörper, Basen, Stärke, Lipoide, Farbstoffe, Alkaloide und Proteine. Letztere werden zugleich ungerinnbar gemacht. Auch Salze der Sulfinsäuren und von Fettsäuren (z. B. Valerianate), ferner der Higgursäure sind mit Hydrotropie ausgestattet. Auch Harnsäure $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ und MgCO_3 werden vorübergehend gelöst. Bemerkenswert ist, daß die im Darmkanal gebildeten Salze der Fäulnissäuren und die in Pflanzen auftretenden entsprechenden Verbindungen hierhin gehören.

Archiv für Naturgeschichte, Abteilung A; Heft 9, 1915.

Systematisch-faunistische Studien über paläarktische, afrikanische und amerikanische Spinnen des Senckenbergischen Museums; von Embrik Strand. Der paläarktische Teil (S. 2—44) enthält eine Revision von Widers Sammlung deutscher Spinnen und auf Grund dieser eine Übersicht der Spinnenfauna vom Odenwald, dann Faunistisches und Systematisches über paläarktische Spinnen verschiedener Faunengebiete. Die afrikanischen Arten werden S. 45—81 behandelt; sie stammen zum großen Teil von Madagaskar und Nossiби. Das amerikanische Material ist hauptsächlich aus Südamerika; insbesondere aus Kolumbien und Brasilien stammen interessante Formen. Von den behandelten Formen sind im ganzen ca. 100 vom Verfasser aufgestellt.

Über Formica rufa, caesca und fusca (Nestmaterial und Stielchenschuppe); von Anton Krausse. Das Nestmaterial der beiden zuerst genannten Ameisen wird genauer untersucht und abgebildet. Beide Arten sind leicht an ihrem Nestmaterial zu erkennen. Die verschiedenen Kolonien von *Formica rufa* benutzen ziemlich verschiedenes Material, doch immer ziemlich einheitliches. Einige Versuche zeigten, wie die einzelnen Kolonien zäh an dem einmal von ihnen gewählten Material festhalten. — Die drei Arten sind an ihren Stielchenschuppen und deren Haargebilden leicht zu unterscheiden. Diese Gebilde dürften für den Systematiker von großer Bedeutung sein und wären besonders beim Studium der Rassen eingehender zu berücksichtigen.

Zur Biologie des Scolytus regulosus Ratzeb. und des Scolytus multistriatus March; von Anton Krausse. Die erste Art überwintert als Larve (Eberswalde). Von der zweiten Art fanden sich auf Sardinien alle Entwicklungsstadien im Winter zu gleicher Zeit.

Hexapodologische Notizen; von Anton Krausse. Eine zweite Serie technischer, literarischer, biologischer und

systematischer Mitteilungen, besonders Hymenopteren, Lepidopteren, Orthopteren, Proturen betreffend.

Einige neue und alte Hilaraarten; von L. Oldenberg. Es werden drei vom Verfasser aufgefunden, neue Hilaraarten beschrieben: *Hilara perversa* (Tatra), *caerulescens* (Tiroler Dolomiten) und *coracina* (Bozen). — Für die alpine *H. Czernyi* Strobl, die übrigens auch in Lappland vorkommt, wird der Name *borealis* eingeführt, da Strobl jene Bezeichnung schon früher für eine andere, spanische Art verwendet hat. — *H. anomala* Lw. ist synonym zu *pilipes* Mg.

Flora; Band 109, Heft 1/3, 1916.

Kernverschmelzungen in der Sproßspitze von Asparagus officinalis; von P. N. Schürhoff. Für meristematische vegetative Zellen sind Kernverschmelzungen bereits bekannt; diese sind bisher nur für Wurzelspitzen beschrieben. Es zeigte sich jedoch, daß bei *Asparagus officinalis* in den Sproßspitzen gleichfalls Kernverschmelzungen vorkommen, und zwar regelmäßig und ausschließlich an der Peripherie der jungen Gefäßbündelanlagen. Durch die Kernverschmelzungen entstehen Riesenzellen, die nach kurzer Zeit degenerieren und wahrscheinlich als Baumaterial für die Gefäßbündel dienen.

Zur Analogie zwischen lebender Materie und Proteosomen; von Oscar Loew. Verfasser zeigt, daß die von ihm und Bokorny früher in Form von „Proteosomen“ in pflanzlichen Objekten nachgewiesene gespeicherte labile Eiweißform sich gegen die Farbstoffreagentien von Mosso und von Ruzika ebenso verhält wie das lebende Protoplasma, während die durch Koagulieren erhaltene passive, stabile Form der Proteosomen sich gegen jene Farbstoffreagentien wie abgestorbenes Protoplasma verhält.

Notiz über eine überraschende Kristallbildung in toten Zellen; von Oscar Loew. Malachitgrün wird in bedeutender Menge von Spirogyrazellen, die dabei absterben, gespeichert. Wenn nun Bikarbonate zur Farbstofflösung gesetzt werden, so findet eine langsame Veränderung des Farbstoffs zur freien farblosen Pseudobase statt, welche — weil nicht adsorbiert — sich nun in großen Kristallen in den Zellen ausscheidet.

Rückgang der Panaschierung und ihr völliges Erlöschen als Folge verminderten Lichtgenusses; nach Beobachtungen und Versuchen mit *Tradescantia fluminensis* Vell. var. *albo-striata*; von E. Heinricher. Der Rückgang der Panaschierung ist mit einem ständigen Sinken der Blattgröße verknüpft. Die Reaktion erscheint als eine für die Erhaltung der Art günstige, da die chlorophyllfreien Zellen gewissermaßen parasitisch von den Assimilaten der grünen Gewebe leben. Stecklinge von längere Zeit in ungünstiger Beleuchtung gezogenen Pflanzen, unter günstige Bedingungen gebracht, kehren entweder zur vollen Panaschierung zurück oder geben nur rein grüne, kräftige Pflanzen. Solche wohl dann, wenn in der Periode ungünstiger Beleuchtung eine völlige Ausmerzungen der albikaten Zellen in den Vegetationspunkten stattgefunden hat. Weißbrandpelargonien kann man nicht zur Auflassung der albikaten Gewebe bringen.

Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungsbewegungen; von K. Linsbauer. Die Arbeit bringt neue Beobachtungen über das Verhalten der Stomata beim Welken und die Beziehung zwischen Spaltweite und Lichtintensität. Von allgemeinerem Interesse erscheint insbesondere der Nachweis, daß Entzug von CO_2 sowohl im Lichte als auch im Dunkeln zu einer Öffnung der Stomata führt, während umgekehrt eine Anreicherung von CO_2 in gleicher Weise wie Verdunkelung eine Schließbewegung veranlaßt. Das Spiel der Spaltöffnungen wird als typische Reizbewegung aufgefaßt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 44.

3. November 1916.

Winter Jahrgang.

INHALT:

Die geographische Verbreitung mariner Bodentiere. Von *Geh.-Rat Prof. Dr. W. Kükenthal, Breslau*. S. 657.

Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde. Von *Prof. Dr. Paul Niggli, Leipzig* (Fortsetzung). S. 633.

Besprechungen:

Kammerer, P., *Allgemeine Biologie*. Von *J. Schaxel*. S. 667.

Röhmnn, F., *Ueber künstliche Ernährung und Vitamine*. Von *L. Lichtwitz*. S. 668.

Botanische Mitteilungen:

Botanische Analogie zur Psychophysik. Ueber die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen schmarotzende *Cuscuta*. Ueber amphikline Bastarde. Die Verwandlungsfähigkeit der Bakterien. S. 668—671.

Astronomische Mitteilungen:

A spectroscopic method of determining stellar parallaxes. Ueber die Dynamik der Sternhaufen. S. 671—672.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung

Vorschläge und Forderungen für Ärzte, Juristen und Soziologen

Von

Prof. Dr. Albert Neisser,

Geh. Medizinalrat, Direktor der Königl. Universitäts-Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten, Breslau

Mit einem Bildnis in Heliogravüre

Preis Mk. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



CARL ZEISS
JENA

BERLIN
HAMBURG
WIEN
BUENOS AIRES

ZEISS

Mikroskope

u. mikroskopische Hilfsapparate

Paraboloid-Kondensor
für Dunkelfeldbeleuchtung

Lupen, Epidiaskope,
Projektions-Apparate

Kleiner Projektions - Apparat
für Diapositive.

Druckschriften kostenfrei.

Siemens & Halske A.-G.
Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

3. November 1916.

Heft 44.

Die geographische Verbreitung mariner Bodentiere.

Von Geh.-Rat Prof. Dr. W. Kükenthal, Breslau.

Rektoratsrede, gehalten am 15. Oktober 1916.

Es wird erzählt, daß unsere Feldgrauen, als sie sich nach der Eroberung Belgiens der Küste näherten, keinen größeren Wunsch hegten als den, das Meer zu sehen.

Diese Sehnsucht ist uns verständlich, erscheint sie uns doch als eine Äußerung jener tiefinnerlichen Liebe zur Natur, die uns Deutschen ganz besonders im Gemüte liegt, und redet doch das Meer zu uns eine so eindringliche Sprache, wie wohl keine der anderen großen Erscheinungen, in denen die Natur sich offenbart. Mit seiner unendlichen Weite, seinem reizvollen Wechselspiel von Licht, Luft und Wasser, in langen Zügen leise atmend oder in wildem Wogenprall an die Ufer donnernd, läßt es verwandte Stimmungen in unserer Brust anklingen und das große Geheimnis der Alleinheit der gesamten Natur ahnen.

Von ganz besonderem Reiz ist das Meer für den Naturforscher, vor allem den Zoologen, der in ihm ein Hauptfeld seiner Forschertätigkeit sieht, denn das Meer ist die Wiege alles tierischen Lebens. Alle Stämme des Tierreiches sind in ihm vertreten, ein paar sogar ausschließlich, von anderen haben sich einige Vertreter aus dem Meere auch im Süßwasser angesiedelt, und erst von den höher organisierten ist ein Teil zum Landleben übergegangen. Es gibt aber keinen Tierstamm, der ausschließlich dem Lebensbezirk des Landes angehörte, alle haben meerbewohnende Mitglieder aufzuweisen.

So zeigt der Lebensbezirk des Meeres die größere Mannigfaltigkeit tierischer Organisation, wenn wir auch innerhalb der das Festland bewohnenden Stämme die größere Organisationshöhe den Landbewohnern zuerkennen müssen. Stammesgeschichtlich stellt sich uns das Werden der Tierwelt so dar, daß die ältesten Formen im Meere entstanden, daß sich aus ihnen allmählich die verschiedenen Stämme entwickelten und daß erst von den höher organisierten Stämmen aus das Land besiedelt wurde, während der Lebensbezirk des Süßwassers durch eine auch noch jetzt stattfindende Einwanderung vom Meere, zum kleineren Teil auch vom Lande aus seine spärliche Tierwelt erhielt.

Worauf die größere Organisationshöhe der Landtiere beruht, wird uns klar, wenn wir daran denken, daß der Bau eines Tieres stets den Lebensbedingungen entspricht, denen es unterworfen und angepaßt ist. Je vielgestaltiger diese

Lebensbedingungen sind, desto differenzierter ist auch die Organisation der Tierwelt. Nun ist aber kein Zweifel möglich, daß die Fülle der verschiedenen Lebensbedingungen auf dem Lande viel größer ist als in dem Meere. Das Land ist das Reich der Gegensätze, das Wasser das Reich des Gleichmaßes; das zeigt sich schon an den beiden so grundverschiedenen Medien der Luft und des Wassers, in dem die Tiere zu atmen und sich zu bewegen haben. Auf dem Lande ist es die verschiedene Oberflächenbeschaffenheit, der geologische Aufbau, die wechselnde Vegetationsdecke, das Klima mit seinen Unterschieden von Tag und Nacht, Sommer und Winter, Sonnenschein und Regen; diese und noch viele andere in ihren Verknüpfungen zahllosen äußeren Einwirkungen sind als die Ursache der weitgehenden Differenzierung und Organisationshöhe der landbewohnenden Tiere anzusehen.

Einfacher sind demgegenüber die Lebensbedingungen des Meeres; in dem dichteren Medium des Wassers stumpfen sich alle Bewegungen ab, und selbst die rasendsten Stürme der Atmosphäre vermögen ihre Wirkung nur auf die oberflächlichen Wasserschichten auszudehnen. Die Strömungen bewirken nur ein langsames Gleiten der einzelnen Teilchen, nicht zu vergleichen mit der Beweglichkeit der Luft. Naturgemäß sind auch die Temperaturunterschiede im Wasser viel geringer als in der Luft, und auch die Jahreszeiten treten weniger scharf in Erscheinung. Nur bis zu einer gewissen Tiefe vermag das Licht des Tages in gleichmäßig diffuser Verteilung einzudringen, darunter herrscht völlige Dunkelheit. Von großer Wichtigkeit ist ferner die viel gleichmäßigere Verteilung der Nahrung. Die Fähigkeit des Wassers, mineralische Stoffe aufzulösen und zu verteilen, gehört im Verein mit Licht und Wärme zu den Grundbedingungen der Entstehung organischer, zunächst pflanzlicher Substanz, die in Form von mikroskopisch kleinen Diatomeen und anderen Algen die Wassermassen in weiter Verbreitung erfüllt und als gleichartige Ernährung dient, während die Landtiere ihre Nahrung nur auf dem Boden und in ungleichmäßiger Verteilung und Beschaffenheit finden, so daß zu deren Aufsuchen, Aufnahme und Verdauung zahlreiche Sonderanpassungen von Sinnesorganen, Fraßwerkzeugen und Verdauungssystem nötig sind.

Sind so die Lebensbedingungen des Meeres gleichartiger als die des Landes, so fehlt es in ihm doch nicht an Unterschieden. Der wesentlichste ist darin gegeben, daß ein Teil der Meerestiere die verschiedenen Wasserschichten bis zum Boden herab schwimmend oder treibend belebt, das

Plankton, während ein anderer Teil sich auf dem Meeresboden angesiedelt hat und als *Benthos* bezeichnet wird.

Die Erforschung der marinen Bodenfauna ist in den letzten Dezennien so erfolgreich vorangeschritten, daß wir nunmehr daran denken können, das uns vorliegende Tatsachenmaterial zu Untersuchungen allgemeinerer Art zu verwerten. Da ist es vor allem die Frage nach der *geographischen Verbreitung* und ihren Ursachen, welche uns ganz besonders interessiert, und welche das Thema der folgenden Ausführungen bilden soll.

Mit staunender Bewunderung haben wir es erlebt, wie der Mensch, seiner ganzen Organisation nach ein benthonisches Lebewesen am Boden des Luftzoans, es erreicht hat, sich dieses Luftmeer zu erobern, dagegen sind seinem Eindringen in den Lebensbezirk des Meeres stärkere Schranken gesetzt, die er bis jetzt nicht hat überwinden können. Nur bis zu etwa 60 m Tiefe vermag er in Taucherrüstung auf dem Boden des Meeres vorzudringen, die darunter liegenden nahezu 10 000 Meter erreichenden Tiefen sind seiner direkten Beobachtung verschlossen, und auch der schon vor dem Kriege in Ausführung begriffene, äußerst dankenswerte Versuch, das Tauchboot in den Dienst unserer Wissenschaft zu stellen, wird die uns gesetzten Grenzen nicht wesentlich erweitern können, wenn er uns auch sonst viele neue und interessante Ergebnisse verspricht,

Aber die hilfreiche Schwester der Naturwissenschaft, die Technik, hat uns schon seit langem Apparate ersonnen, welche uns mittelbar Kunde von den Lebensbedingungen gegeben haben, die am Grunde des Meeres herrschen und welche die Tierwelt selbst der größten Meerestiefen ans Tageslicht gebracht und wissenschaftlicher Untersuchung zugänglich gemacht haben.

Nach zwei Richtungen hin ist die Verbreitung der marinen Bodentiere erfolgt: in horizontaler und in vertikaler. Die horizontale Verbreitung ist keine unbegrenzte, sondern jede Art wie auch nahezu jede höhere systematische Kategorie hat ihren begrenzten *Verbreitungsbezirk*, der in den meisten Fällen in ununterbrochenem Zusammenhang steht; finden sich Unterbrechungen, so sind diese auf das Erlöschen der Form im Zwischenbezirk oder auf geologische Änderungen, wie die Erhebung von Landmassen in früher zusammenhängenden Meeresteilen, zurückzuführen. Ursprünglich muß jeder Verbreitungsbezirk einheitlich gewesen sein, da sich jede Art wie jede größere Gruppe an einer bestimmten Stelle, dem *Entstehungszentrum*, gebildet und von da aus ihr Verbreitungsgebiet besiedelt hat, bis andere Lebensbedingungen ihrem weiteren Vordringen Halt geboten haben. Diese verschiedenartige Verteilung der Lebensbedingungen kommt also in der verschiedenen horizontalen Verbreitung der Bodentiere zum Ausdruck.

Aber auch in vertikaler Richtung findet ein

Wechsel der Lebensbedingungen statt, der der Ausbreitung Schranken zu setzen vermag. Zwei große Lebensbezirke des Meeresbodens hat man zu unterscheiden, einen oberen, das *Litoral*, der vor allem durch das Eindringen des Lichtes gekennzeichnet ist, und einen unteren, das *Abyssal*, jenseits dieser Grenze. Da man auf sehr empfindlichen photographischen Platten die letzten Spuren des Tageslichtes im Meere bis zu einer Tiefe von 400 m festgestellt hat, so hat man hier die Grenze beider Lebensbezirke gezogen. Es ist aber nicht anzunehmen, daß diese letzten Lichtspuren irgendwelchen Einfluß auf die Tierwelt auszuüben vermögen, vielmehr ist es der Einfluß des Lichtes auf den Pflanzenwuchs, der für die Tierwelt Bedeutung hat. Diese Grenze des Pflanzenwuchses am Meeresboden kann man mit etwa 200 m Tiefe ansetzen, und diese also auch als ungefähre Grenze zwischen Litoral und Abyssal ansehen, die sich allerdings in den verschiedenen Meeresgebieten stark nach oben oder nach unten verschieben kann. Innerhalb des Litorals kommt es zu einer weiteren Zonendifferenzierung, indem bis zu etwa 100 m Tiefe eine reichliche Bodenflora erscheinen kann, während sie zwischen 100 und 200 m sehr spärlich wird. Vielfach läßt sich auch eine oberste, der Brandung und den Gezeitenströmungen ausgesetzte Flachwasserzone unterscheiden, die von der Küstenlinie bis zu etwa 15 oder 20 m Tiefe reicht.

Es ist aber nicht nur Licht und Pflanzenwuchs allein, die dem Litoral das Gepräge aufdrücken, denn auch andere Lebensbedingungen, wie Salzgehalt, Temperatur des Wassers, Verschiedenheit des Untergrundes, Stärke der Strömungen u. a., treten in zahlreichen Verknüpfungen zusammen und lassen das Litoral in bezug auf Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen als den bei weitem reichsten marinen Lebensbezirk erscheinen. Von besonderer Wichtigkeit für die horizontale Verbreitung der Litoraltiere ist die Temperatur des Wassers. Es lassen sich 5 Zonen unterscheiden: eine *äquatoriale*, zwei *polare* und zwei dazwischenliegende Übergangszonen, die man als *subarktische* und *subantarktische* bezeichnet hat. Die äquatoriale und die polaren Zonen sind durch Gleichmäßigkeit der Temperatur ausgezeichnet, wenn auch bei ersterer das Wasser sehr warm, bei letzteren sehr kalt ist. Dagegen weisen die gemäßigten Zonen sehr ungleichmäßige, im Sommer hohe, im Winter tiefe Temperaturen auf. Gerade diese Temperaturschwankungen bilden aber für die litorale Tierwelt wesentliche Verbreitungsschranken, so daß also äquatoriale und polare Zonen durch die beiden gemäßigten recht scharf voneinander abgegrenzt werden, wenn auch Meeresströmungen die Grenzen erheblich zu verschieben vermögen. Eine weitere Scheidung des Litorals in Einzelregionen wird durch die Anordnung der beiden großen von Norden nach Süden ziehenden Landmassen bewirkt.

Ist in dem Litoral der Einfluß der Landnähe

noch unverkennbar, so tritt dieser im Abyssal bis zum völligen Schwinden zurück. Im Gegensatz zum Litoral weist das Abyssal eine große Einförmigkeit der Lebensbedingungen auf, doch lassen sich auch hier zwei Zonen unterscheiden, von denen die obere noch unter gewisser Einwirkung der Landnähe steht und als *Küstenabyssal* bezeichnet werden mag, die andere dagegen der großen Meerestiefen sich weithin über die Ozeanbecken hinzieht und *Hochseeabyssal* heißen soll. Auch die Grenzen dieser beiden Zonen sind schwer zu bestimmen, da die Niveauverhältnisse des Tiefseebodens sehr wechselnde sind, und außerdem scheint noch eine weitere Scheidung des Küstenabyssals in eine obere bis etwa 1000 m tief reichende Zone und eine tiefere, die allmählich in das Hochseeabyssal übergeht, durchführbar zu sein. Jedenfalls aber ist das Küstenabyssal vom Hochseeabyssal schon dadurch unterscheidbar, daß seine Tierwelt sich nur an den Sockeln der Festlandsmassen weiter verbreiten und die weiten Flächen des Hochseeabyssals nicht überschreiten kann.

Nachdem wir die wesentlichen physikalischen Bedingungen der beiden Lebensbezirke des Meeresbodens kennen gelernt haben, soll an einem Beispiele gezeigt werden, in welcher Weise die tierischen Organismen sich diesen Bedingungen fügen, und wir wählen dazu als besonders geeignete Tiergruppe die Hornkorallen oder *Gorgonarien*. Mit ihren 1041 Arten, die sich in 115 Gattungen und 12 Familien verteilen, ist die Ordnung der Gorgonarien nicht allzu groß, so daß sie sich in der Gesamtheit ihrer einzelnen Arten noch überschauen läßt. Auch ist sie systematisch für unseren Zweck genügend erforscht, was deshalb von größter Wichtigkeit ist, weil eine eindringende Systematik auf stammesgeschichtlicher Grundlage die unentbehrliche Voraussetzung jeder tiergeographischen Arbeit ist. Da die meisten Meeresabschnitte auf ihre Gorgonarienfaua hin untersucht worden sind, so wird das Bild durch neue Funde nicht mehr wesentlich geändert werden. Ein günstiger Umstand ist es, daß nunmehr auch die Bearbeitung des reichen Gorgonarienmaterials der deutschen Tiefsee-Expedition vollendet ist und für diese Untersuchung benutzt werden kann, wenn auch der Ausbruch des Krieges die Drucklegung einstweilen verhindert hat. Von Vorteil ist es schließlich, daß wir unter den Gorgonarien Bewohner aller Tiefen finden, und daß sie in erwachsenem Zustande keine Ortsbewegung haben, da sie als meist baumförmige Tierkolonien am Boden des Meeres festsitzen. Ihre Verbreitung ist nur dadurch möglich, daß die aus befruchteten Eiern sich entwickelnden Larven eine Zeitlang frei leben und von Strömungen weitergetragen werden, bis sie sich am Boden festsetzen. Von ihrem inneren Bau wollen wir uns nur merken, daß es achtstrahlige Korallentiere sind, deren kleine Polypen einen gemeinsamen, meist verzweigten Stock bilden, in dessen Innern es zur

Abscheidung einer stützenden Achse vorwiegend horniger Natur kommt.

Zunächst ist die Frage zu beantworten, ob und in welcher Weise die verschiedenen Lebensbedingungen, welche im Litoral und Abyssal herrschen, im *Bau* der Gorgonarien zum Ausdruck kommen. Wenn wir von den primitivsten Formen absehen, welche von ihren Vorfahren her noch einfache, flächenhaft ausgebreitete oder nur mit einigen freien Ausläufern versehene Kolonien darstellen (*Erythropodium* und *Solenopodium*), so sind die sich vom Boden erhebenden Gorgonarien des Litorals fast durchweg in einer Ebene verzweigt, die des Abyssals dagegen weisen eine mehr allseitige und regelmäßige Verzweigung auf. Die oft fächerförmig, auch netzförmig werdende Verzweigung der litoralen Gorgonarien in einer Ebene ist in erster Linie als eine Anpassung an den Nahrungserwerb aufzufassen. Die Strömungen, welche bis zum Boden des Litorals ihre Wirkung äußern, führen die aus kleinen planktonischen Organismen bestehende Nahrung in horizontaler Richtung zu, und für ihre Aufnahme ist die Ausbreitung der Kolonien in einer senkrecht zu dieser Stromrichtung stehenden Ebene am zweckmäßigsten. Dem entspricht auch die Anordnung der Polypen an Stämmen und Ästen, die bei konstanten Strömungen der Hinterseite fehlen, bei Strömungen, die aus zwei entgegengesetzt wechselnden Richtungen kommen, vorwiegend oder ausschließlich seitlich, also in der Verzweigungsebene angeordnet sind, und da, wo starker Wellenschlag durch Brandung eine nach allen Seiten hin erfolgende Bewegung der Wassermassen bewirkt, allseitig stehen. Natürlich gibt es auch Ausnahmen von dieser Regel, die auf Sonderanpassungen beruhen. So kennen wir einzelne Formen des flachen Litorals, welche nach allen Seiten hin ganz unregelmäßig verzweigt sind, alsdann finden wir aber, daß diese Formen stille Gewässer, z. B. die Lagunen von Atollen, bewohnen.

Nun sehen wir, wie die in größerer Tiefe wohnenden Arten eine mehr und mehr allseitige Anordnung der Äste aufzuweisen haben, die bei den abyssalen Formen oft sehr regelmäßig wird und mitunter in Wirtelform erfolgen kann (wie bei *Acanella*). Diese allseitige Regelmäßigkeit prägt sich auch in der gleichmäßigen Größe der Zweige („Kurzzweige“) aus, und auch die Anordnung der Polypen wird eine recht regelmäßige, die sich an den Zweigenden dichter zusammendrängen, im Inneren der Verzweigungen aber spärlicher werden oder gänzlich fehlen, also an die Außenseite gelangen. So wird der Aufbau einer solchen Kolonie schließlich von einem flächenhaften zu einem radiären, wie er auch für viele andere marine Organismen charakteristisch ist. In unserem Falle stellt er eine Anpassung an die Aufnahme der Nahrung dar, die nicht mehr horizontal, wie bei den litoralen Formen, von Strömungen zugeführt wird, sondern vertikal als feiner

Regen zu Boden sinkt und aus abgestorbenen planktonischen Organismen der darüber befindlichen Wasserschichten besteht.

Eine andere damit im Zusammenhang stehende Erscheinung ist das Spärlicherwerden der Verzweigung mit zunehmender Tiefe, was schließlich zu einem völligen Schwinden der Verzweigung führen kann. Dafür nimmt aber bei diesen Tiefseeformen die Größe der Polypen erheblich zu, die oft in allseitiger und wirtelförmiger Anordnung den langen, unverzweigten Stämmen aufsitzen. Auch die Befestigungsweise ist bei litoralen und abyssalen Arten verschieden. Da der Boden der Tiefsee so gut wie ausschließlich aus weichen Massen, Schlamm und Ton besteht, sehen wir die Kolonien durch wurzelartige, oft stark verkalkte Ausläufer im Untergrunde verankert. Das Litoral dagegen weist vielfach felsigen oder steinigen Boden auf, und die Befestigung der Kolonien ist eine viel stärkere, indem sich die Basis plattenartig verbreitert und fest mit dem Untergrunde verwächst, so daß sie auch starken mechanischen Gewalten gegenüber, wie sie die Strömungen erzeugen, standzuhalten vermag. Da, wo in ruhigem Wasser das Litoral feinsandigen oder schlammigen Boden aufweist, treten auch hier wurzelförmige Ausläufer auf.

Dem durch starke Strömungen erzeugten, wechselnden Druck begegnen die litoralen Formen durch größere Elastizität ihrer Achsen, die besonders in den Zweigen wenig oder gar nicht verkalkt sind, während bei abyssalen Formen durch stärkere Verkalkung eine größere Starrheit erreicht wird. Die große Elastizität litoraler Gorgonarien kann man besonders an den Küsten der Antillen bewundern, wo ganze Wälder dieser oft schön gefärbten Formen bis dicht unter die Wasseroberfläche reichen und von den Wellen in fortwährender anmutiger Bewegung erhalten werden. Bei der die Tiefsee bewohnenden Edelkoralle dagegen, deren Achse bekanntlich zu Schmucksachen verarbeitet wird, ist die Hornsubstanz völlig geschwunden und die Achse rein kalkig und damit völlig starr.

Eine interessante Sonderanpassung sind die bei mehreren Gruppen (*Melitodidae*, *Ceratoisidinae*, *Mopseinae*, *Muricellisidinae* und *Isidinae*) unabhängig voneinander entstandenen *gegliederten Achsen*, die aus abwechselnden, starren Kalk- und biegsamen Horngliedern bestehen. Bei den litoralen Formen sind die Kalkglieder im Vergleich zu den Horngliedern nur kurz und die Biegsamkeit ist noch recht erheblich, bei den abyssalen Formen mit gegliederter Achse sind die Kalkglieder dagegen sehr lang, die Hornglieder nur flache Scheiben, und die Starrheit der Kolonie ist eine sehr viel größere.

Damit ist die Reihe der Anpassungserscheinungen an Litoral und Abyssal noch lange nicht erschöpft. So schützen sich die Polypen der litoralen Formen vor Angriffen, indem sie sich in

besondere festere Polypenkelche oder auch direkt in die die Achse umgebende Rindenschicht zurückziehen vermögen, bei den abyssalen Formen dagegen hört diese Retraktionsfähigkeit auf, dafür aber werden die Polypen vor dem Gefressenwerden durch lange Kalknadeln oder einen dicht schließenden Panzer breiter Platten geschützt, ein Zeichen übrigens, daß es in der Tiefsee durchaus nicht so still und friedlich zugeht, wie man wohl früher geglaubt hat.

So sehen wir, daß diese und noch manche anderen Anpassungserscheinungen unabhängig voneinander bei den verschiedensten Arten und Gattungen der Litoral- und Abyssalfauna auftreten, so daß eine Unterscheidung dieser beiden Lebensbezirke auch für die Gorgonarien zu Recht besteht. Die durch diese gleichartigen Anpassungen erzeugten Ähnlichkeiten beruhen nicht auf näheren verwandtschaftlichen Beziehungen, sondern sind *Konvergenzerscheinungen*.

So wertvolle Resultate diese *ökologische Betrachtungsweise* der Verbreitungstatsachen zu zeitigen vermag, so kann sie uns doch keinen Aufschluß geben über die Ursachen, welche die jetzige Verbreitung der Tierwelt geregelt haben, wohl aber kann das eine zweite Betrachtungsweise, die *historische*. Wenn wir die Stammesgeschichte einer Tiergruppe kennen, so muß ihre Verknüpfung mit den Tatsachen der Tiergeographie notwendigerweise kausale Zusammenhänge zwischen beiden ergeben, die uns die Ursachen der heutigen Tierverbreitung erkennen lassen. Diese Aufgabe ist für die marine Tiergeographie noch kaum in Angriff genommen, und es soll hier der Versuch gemacht werden, ihr an der Hand des bereits herangezogenen Beispiels der Gorgonarien etwas näher zu treten.

Zwar sind wir noch weit entfernt, alle Phasen der Stammesgeschichte dieser Ordnung aufgeheilt zu haben, in großen Zügen läßt sie sich aber wenigstens für die Familien und Gattungen entwerfen, und wir wollen nun versuchen, an der Hand dieser Stammesgeschichte die allmähliche Ausbreitung der Gorgonarien festzustellen.

Da ist zunächst die Frage zu beantworten, wo wir das *Entstehungszentrum der Ordnung* zu suchen haben. Es muß zusammenfallen mit dem Entstehungszentrum der primitivsten Formen, aus denen sich die übrigen entwickelt haben. Diese Urformen sind natürlich ausgestorben, es haben sich aber ein paar nur wenig veränderte Nachkommen auf die Jetztzeit herübergerettet (der Gattung *Erythropodium* angehörig), die eine ganz merkwürdige Verbreitung haben, indem die eine Art im Atlantischen Ozean bei den Antillen, die andere im Ostpazifischen Ozean bei den Marquesasinseln vorkommt. Die Verbreitungsbezirke der beiden Arten der ältesten Gattung sind also durch das Festland von Süd- und Zentralamerika völlig getrennt. Da beide Arten dem flachen tropischen Litoral angehören, ist eine etwaige Wanderung um die Südspitze Amerikas herum, also

von der tropischen durch die südlich gemäßigte bis an die antarktische Zone und wieder zurück völlig ausgeschlossen, und es bleibt uns nur noch die Annahme einer ehemaligen direkten Verbindung des Ostpazifischen mit dem Westatlantischen Ozean übrig. Auch andere Verbreitungstatsachen fordern einen derartigen früheren Zusammenhang der beiden jetzt getrennten Meeresgebiete, und diese Annahme erfährt eine willkommene Bestätigung durch die Geologie, die eine solche bis zur Miozänzeit dauernde Verbindung festgestellt hat. Das zeigt uns, ein wie wertvoller Bundesgenosse für unsere tiergeographische Forschung die Erdgeschichte zu werden vermag.

Die älteren Gattungen der Gorgonarien sind Bewohner des tropischen Litorals, und zwar häufigen sie sich besonders in der Inselwelt des Malaiischen Archipels sowie der Antillen an, deren oft schmale Wasserstraßen starke, bis zum Boden herabreichende Strömungen durchziehen, die den Bodentieren reichlich planktonische Nahrung zuführen. Von hier aus geht die weitere Ausbreitung zum kleineren Teile in die nördlich gemäßigte Litoralzone hinein, Japan sowie das Mittelmeer und die europäischen und nordamerikanischen Küsten des Nordatlantischen Ozeans erreichend. Aber nur eine verschwindende Anzahl von Arten vermag in die Arktis einzudringen. Viel reicher ist die Entwicklung der Formen in der südlich gemäßigten Litoralzone, die für mehrere höher differenzierte Gattungen zum Entstehungszentrum wird. Auch haben von hier aus eine ganze Anzahl von Arten das eigentliche antarktische Gebiet erreicht. Gleichzeitig mit diesen horizontalen Wanderungen ist auch eine Abwanderung vieler Formen in die Tiefe erfolgt, die zur reichen Besiedelung des Küstenabyssals und mit einigen Formen auch des Hochseeabyssals geführt hat.

So läßt sich an der Hand der Stammesgeschichte ein fast lückenloses Bild der allmählichen Besiedelung der Meere mit Gorgonarien geben. Nur in die salzarmen Meere, wie z. B. die Ostsee und das Schwarze Meer, sind sie nicht eingedrungen. Indem sich das Verbreitungsgebiet jeder neu entstandenen Gattung an das ihrer Vorfahren anschließt, sich teilweise mit ihm überdeckend und eine zusammenhängende Kette bildend, vermag die geographische Verbreitung auch zum Prüfstein für unsere stammesgeschichtlichen Vorstellungen zu werden.

Nur zwei sehr primitive Gattungen fügen sich in bezug auf ihre Verbreitung nicht in dieses Bild ein. Beide kommen ganz isoliert in größeren Tiefen des Nordatlantischen und teilweise auch Nordpazifischen Ozeans vor. Die Lösung dieses tiergeographischen Rätsels gibt uns die Stammesgeschichte, die uns zeigt, daß diese beiden Gattungen auch stammesgeschichtlich isoliert stehen und ihre Entwicklung wahrscheinlich aus anderen Vorfahren genommen haben, wie alle anderen Gorgonarien. (Die Gattung *Anthothela* ist aus der Alcyonariengattung *Gersemia*, die Gattung *Para-*

gorgia aus der Alcyonariengattung *Anthomastus* entstanden zu denken, während alle anderen Gorgonarien aus der Gattung *Alcyonium* nahestehenden Formen entstanden sind.) Die Ordnung ist danach keine monophyletisch, sondern eine triphyletisch entstandene, von der die beiden Seitenzweige sich nicht weiter entwickelt haben.

Aus diesen Untersuchungen lassen sich nun Schlüsse allgemeinerer Art ziehen. So haben wir gesehen, daß die ursprünglicheren Familien fast durchweg Bewohner des Litorals sind, während die höher entwickelten vorwiegend der Tiefsee angehören. Aber auch innerhalb der litoralen Familien kommen einzelne in das Abyssal vordringende Gattungen vor, und auch von manchen litoralen Gattungen ist zu berichten, daß einzelne Arten in die Tiefsee hinabwandern. Im allgemeinen sind alle diese Tiefseebewohner höher differenziert und als jedesmalige Endglieder einer Entwicklungsreihe aufzufassen. Das spricht sich auch darin aus, daß die Kraft der Artbildung bei den Formen des Litorals stärker ist als bei denen des Abyssals.

Diese Tatsachen werfen ein neues Licht auf die *Herkunft der Tiefseefauna*. Früher hielt man die Tiefseetiere für Relikte aus älteren geologischen Epochen, die sich in der einförmigeren Lebensbedingungen aufweisenden, stillen Tiefsee erhalten hätten, während sie im Litoral ausgestorben wären. Von dieser Auffassung ist man schon seit längerer Zeit abgekommen und hat das relativ junge Alter der Tiefseefauna erkannt. Das Beispiel der Gorgonarien zeigt uns nun, daß die Besiedelung der Tiefsee von den verschiedensten Familien und Gattungen des Litorals und zu verschiedenen Zeiten erfolgt ist und wohl noch jetzt erfolgt, da erst eine kleine Zahl von Arten das Hochseeabyssal erreicht hat. Bemerkenswert ist auch, daß diese Abwanderungen in die Tiefe vorwiegend vom tropischen Litoral aus erfolgt sind.

Ein weiteres allgemeines Resultat, das auch bei anderen marinen Bodentieren festgestellt worden ist, ist die verschiedene Ausdehnung des Verbreitungsbezirkes litoraler und abyssaler Arten. Es ist eine nahezu gesetzmäßige Erscheinung, daß der Verbreitungsbezirk mit zunehmender Tiefe um so größer wird. Danach haben also die Flachwasserformen im allgemeinen die beschränkste, die Tiefseeformen die ausgedehnteste Verbreitung aufzuweisen. Der Grund liegt in der großen Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen im Litoral und den zahlreichen physikalischen und biologischen Hemmnissen sowie in der Einförmigkeit dieser Lebensbedingungen und dem Wegfallen der Hemmnisse in der Tiefsee. Freilich ist man neuerdings zu weit gegangen, indem man ziemlich allgemein eine *weltweite* Verbreitung der Tiefseearten annimmt. Für unsere Gorgonarien gilt das zweifellos nicht; nicht nur die Arten, welche das Küstenabyssal bewohnen, sind in ihrer Verbreitung beschränkt, da sie ja schon in den

großen Meerestiefen des Hochseeabyssals ein unüberschreitbares Hindernis finden, sondern auch die Bewohner des Hochseeabyssals sind nicht weltweit verbreitet, denn auch hier sind die Lebensbedingungen, wenn auch sehr einförmig, doch nicht überall völlig gleich. Man denke nur an die Verschiedenheit der Nahrung der Tiefseetiere, da ja die planktonischen Organismen, deren herabsinkende tote Leiber diese Nahrung bilden, in den verschiedenen Meeresgebieten verschieden verteilt sind.

Was die horizontale Verbreitung der litoralen Arten anbetrifft, so erfolgt sie vorwiegend durch den Transport ihrer freilebenden Larven durch Strömungen. Diese passiven Wanderungen müssen also in der Stromrichtung erfolgen. Als Beispiel mag uns die Gorgonarienfaua der *Bermuda-inseln* dienen, die fast ausschließlich von Westindien stammt, von wo der Antillenstrom einen Teil der dortigen Arten nach Norden transportiert hat.

Auch die Frage nach der Herkunft der Gorgonarienfaua des *Mittelmeeres* kann nunmehr als gelöst betrachtet werden. Noch vor kurzem wurde die Behauptung aufgestellt, daß das Mittelmeer einen Teil seiner Gorgonarienfaua wie auch andere Meerestiere vom Indischen Ozean her erhalten habe, und es wird eine ehemalige direkte Verbindung beider Meeresbecken über Vorderasien angenommen, die erst relativ spät geschwunden sei. Für die Gorgonarien ist eine derartige Verbindung jedenfalls bedeutungslos gewesen, vielmehr sind alle Arten ausnahmslos vom Atlantischen Ozean her eingewandert, was übrigens auch für andere benthonische Tiergruppen, wie z. B. die Pennatularen, gilt.

Schließlich ist die Verbreitung der Gorgonarien auch für das interessante Problem der *Bipolarität* von Bedeutung. Unter *Bipolarität* verstehen wir eine auf innerer Verwandtschaft beruhende Ähnlichkeit der arktischen und antarktischen marinen Tierwelt, die größer ist als die Ähnlichkeit mit dazwischen gelegenen Faunen der wärmeren Gebiete. Diese *Bipolarität* ist am stärksten ausgesprochen in dem Bereich des pelagischen Lebensbezirkes, sie fehlt aber auch nicht den beiden benthonischen, und man hat zu ihrer Erklärung die Hypothese einer ehemaligen Universalfauna aufgestellt, die in vortertiärer Zeit über alle damals gleichmäßig erwärmten Meeresgebiete, also auch über die Pole, verbreitet war. Mit der im Tertiär einsetzenden Klimadifferenzierung kam es dann zur Ausbildung verschieden temperierter Zonen, und nur jene Tierformen, welche eine Abnahme der Wärme vertragen konnten, blieben an den Polen zurück, während die Mehrzahl äquatorwärts wanderte. Während die relative Einförmigkeit der Lebensbedingungen in den kalten Gewässern der Pole eine Umbildung der Arten gehemmt hat, ist sie in den wärmeren eine sehr rege gewesen; das soll die Ähnlichkeit der beiden polaren Faunen erklären, die danach

als Relikte der alten Universalfauna aufzufassen wären.

Wenn wir nun die Verbreitung der Gorgonarien auf *Bipolarität* hin untersuchen, so kommen wir zu einem völlig negativen Ergebnis. Die wenigen arktischen Gorgonarien zeigen nicht die geringste Verwandtschaft mit den viel zahlreicheren antarktischen Arten, sondern sind vorgeschobene Eindringlinge aus der nördlichen gemäßigten Zone. Da nun Gorgonarien schon zu vortertiären Zeiten existiert haben, so ist kein Grund einzusehen, weshalb bei ihnen *Bipolarität* fehlt, wenn diese auf einem so generellen Prinzip beruht, wie es die Relikthypothese annimmt. Es gibt übrigens noch andere Gruppen von Bodentieren, die keine Spur von *Bipolarität* zeigen, während sie bei anderen ebenso zweifellos, wenn auch in beschränktem Maße vorkommt. Für die Erklärung dieser Erscheinung liefert uns die Verbreitung der Gorgonarien einen wertvollen Fingerzeig. Es hat sich nämlich feststellen lassen, daß eine Gattung (*Eunicella*), die wahrscheinlich aus dem Indopazifischen Ozean stammt, von der Südspitze Afrikas, der afrikanischen Westküste entlang, bis ins Mittelmeer und darüber hinaus an die atlantischen Küsten Europas vordringt; ihre Wanderung erstreckt sich also von der subantarktischen über die tropische in die subarktische Zone hinein. Derartige Wanderungen werden ermöglicht durch die Erscheinung *kalten Auftriebwassers*, das an der westafrikanischen Küste bis hoch ins tropische Litoral vordringt, übrigens auch an den Westküsten Amerikas und Australiens zu beobachten ist und eine Brücke von den kalten Gewässern der südlichen Hemisphäre zu denen der nördlichen Hemisphäre schlägt. Auch an den Sockeln der Kontinente sind Wanderungen küstenabyssaler Formen anzunehmen, die in den kalten Gewässern der polaren Regionen wieder ins Litoral aufsteigen können, und schließlich sind einige andere zugunsten der *Bipolarität* vorgebrachte Erscheinungen nichts anderes als *konvergente Züchtungen*, entstanden durch die Gleichartigkeit der Lebensbedingungen in Arktis und Antarktis.

Die an unserem Beispiel gewonnenen Resultate sind durch weitere parallel laufende Untersuchungen an anderen Gruppen mariner Bodentiere zu bestätigen und zu erweitern. Dadurch wird sich die junge Wissenschaft der marinen Tiergeographie aus dem Stadium der bloßen Anhäufung von Verbreitungstatsachen und ihrer Verwertung durch die statistische Methode immer mehr zu einer kausal forschenden Disziplin der Biologie entwickeln, die uns Ursachen und Gesetzmäßigkeiten der heutigen Tierverbreitung erkennen läßt. Doch sind die Schwierigkeiten, welche sich uns auf diesem Wege entgegenstellen, nicht zu unterschätzen. So ist eine unbedingte Voraussetzung die gewissenhafteste systematische, vergleichend morphologische und wenn möglich paläontologische Erforschung jeder einzelnen

Tiergruppe, auf Grund deren sich erst ein Bild ihrer Stammesgeschichte entwerfen läßt. Davon sind wir aber für die meisten marinen Tiergruppen noch weit entfernt, und es bedarf weiterer mühevoller Voruntersuchungen, bevor wir uns dem gesteckten Ziel nähern werden. Die Zeit ist noch nicht gekommen, in welcher der Einzelne hoffen darf, selbst dieses Ziel zu erreichen, das wird dem Glücklichen einer späteren Generation vorbehalten bleiben. Aber trotzdem werden wir frohen Mutes an die Arbeit herangehen, und es ist zu erwarten, daß gerade die deutsche Wissenschaft einen erheblichen Anteil an diesen Arbeiten nehmen wird. Denn der nationale Einschlag, den jede Wissenschaft hat, ist für uns Deutsche Gewissenhaftigkeit auch in kleinen Dingen und Unterordnung der Person unter die Sache. Das steckt auch in dem öfter gehörten Vorwurf der Schwerfälligkeit und pedantischen Kleinigkeitskrämerei, den man der deutschen Forschung gemacht hat. Für uns enthält dieser Vorwurf ein ungewolltes Lob. Auch in der deutschen Wissenschaft findet sich ein Teil jenes Geistes, den unsere Gegner als „Militarismus“ bekämpfen und als „Kartoffelbrotgeist“ verspotten; das ist aber der gleiche Geist, der Preußen und damit Deutschland groß gemacht hat, und der Umstand, daß unsere Feinde mit ihrer individualistischen Denkweise ihn nicht begreifen können, soll uns nicht abhalten, von Herzen zu wünschen, daß er unserem Volke und unserer Wissenschaft auch in Zukunft erhalten bleibe.

Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde.

Von Prof. Dr. Paul Niggli, Leipzig.

(Fortsetzung.)

2. Mineralogische Gesetzmäßigkeiten.

Nehmen die Eruptivgesteine bereits einen kleinen Raum im Gesamtkonzentrationsgebiet ein, so ließen sich doch von den ca. 1000 bekannten Mineralien eine große Menge finden, die rein rechnerisch in irgendwelchen Kombinationen den Chemismus eines Gesteins ergeben könnten. In Wirklichkeit treten aber außerordentlich wenige in größerem Maßstabe eruptivgesteinsbildend auf. Die Alkalien finden sich nie in der Form reiner Alkalisilikate, sondern in der Hauptsache gebunden an Alumosilikate, seltener an Ferrisilikate. Dabei ist das Verhältnis von Alkalien zu Tonerde oder Eisenoxyd stets 1 zu 1, so daß neben SiO_2 die Molekularkomplexe $\text{K}_2\text{Al}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$ Grundlage einer Klassifikation bilden können. Man erhält die folgende kleine Tabelle.

Dazu kommen *Analcim* = $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, die *Glimmer*, welche neben Magnesia-Eisen-silikaten wohl im wesentlichen die Molekularkomplexe $\text{K}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2$ und $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2$ besitzen, sowie die Mineralien der *Sodalith-Cancrini-*

	2 SiO_2	4 SiO_2	6 SiO_2
$\text{K}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \dots$	(Phacellit)	Leucit	Orthoklas
$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \dots$	Nephelin		Albit
$\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4 \dots$		Agirin	

nit-Nosean-Häuynggruppe, die neben einem Nephelinanteil hauptsächlich Chloride, Sulfate oder Carbonate gebunden enthalten. CaO findet sich gleichmäßig in der Form von Silikaten und Alumosilikaten, doch fehlen reine Calciumsilikate ohne Beimengungen von Magnesium-Eisensilikaten als magmatische Bildungen, wie auch das vorwiegende Calciumaluminiumsilikat, der *Anorthit* ($\text{CaAl}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2$), selten rein, sondern in Mischungen mit Albit als *Plagioklas* auftritt. Deutlich erkennt man die nahe Verwandtschaft von Na_2O mit CaO in den Alumosilikaten (im Gegensatz zu K_2O) sowie die engen Beziehungen zwischen MgO und CaO in aluminiumärmeren oder -freien Silikaten. Die Mittelstellung nimmt der *Melilith* ein, der sich in Berücksichtigung experimenteller Untersuchungen im System $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ vielleicht aus Mischungen von $(2\text{CaO}) \cdot (\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ mit $(\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ zusammensetzt. MgO und FeO kommen in Mineralien fast stets zusammen vor. Sie sind hauptsächlich an SiO_2 gebunden, finden sich aber in der Form des *Spinelles* $(\text{MgFe})\text{Al}_2\text{O}_4$ und *Magnetites* FeFe_2O_4 auch frei davon. Die *Olivine* entsprechen den Verbindungen $2(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, die *Enstatit-Hypersthene* $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$. In der letzteren, der sogenannten Metasilikatform, entstehen mit CaSiO_3 die *Augite* und *Hornblenden*. Ihre Zusammensetzung ist aber infolge des Eintritts tonerdehaltiger Moleküle noch komplizierter und bis jetzt nicht ganz aufgeklärt. Wenn sie Alkalien enthalten, ist es vorwiegend Na_2O . Besonders charakterisiert sind die sogenannten *Alkaliaugite* und *Alkalihornblenden*, deren Analysen auf Anwesenheit des Agirinmoleküles schließen lassen. Allen Hornblenden scheint ein kleiner Wassergehalt eigen zu sein. Findet sich so in den komplizierter gebauten Mineralien Na_2O gern neben Fe_2O_3 , so zeigen die Biotite K_2O neben MgO und etwas FeO . Dieses verschiedene Verhalten von Na_2O und K_2O kommt nach *Washington*¹⁾ bereits in den Analysenwerten der Gesteine zum Ausdruck.

Von den reinen Oxyden ist nur SiO_2 als *Quarz* gesteinsbildend. Al_2O_3 als Korund tritt zur Seltenheit auf, doch nur in Gesteinen, die aus anderen Gründen nicht mehr als normale Eruptivgesteine angesehen werden dürfen²⁾.

Die stets, wenn auch in geringen Mengen, vorhandenen Stoffe: TiO_2 , P_2O_5 , ZrO_2 sind hauptsächlich in den akzessorischen Mineralien *Titanit*, *Ilmenit*, *Perowskit*, *Apatit* und *Zirkon* zu finden.

¹⁾ H. S. Washington, Proc. Nat. Acad. Sc. I, 574, 1915 (Washington).

²⁾ A. Osann loc. cit.

Eudialyt, *Eukolit* und *Orthit* enthalten seltene Erden, *Turmalin* Bor.

Das wären die wesentlichsten ursprünglichen Mineralien magmatischer Gesteine mit Ausschluß der pegmatitischen Bildungen. Ihre Zahl ist bei der immerhin noch bedeutenden Variationsfähigkeit im Gesteinschemismus verblüffend klein. Der Menge nach sind *Feldspäte*, *Augite*, *Hornblenden*, *Quarz* und *Glimmer* die hauptsächlichsten. Auch in den Kombinationen der aufgezählten Mineralien zeigen sich gewisse statistische Gesetzmäßigkeiten. Olivin neben Quarz ist selten; ebenso verhalten sich Leucit und Nephelin. Gerne treten Biotit und Hornblende nebeneinander auf. Je größer die Mengen von Augiten, Hornblenden und Olivinen sind, um so kalkreicher ist wenigstens in der pazifischen Reihe der damit koexistierende Plagioklas. Zeigen die Plagioklase Zonenbildung, so ist der Kern anorthitreicher. Neben Olivin als Erstabscheidung ist Augit sehr häufig in zweiter Stufe vorhanden, der Olivin zeigt dann nicht selten Resorptionserscheinungen usw.

3. Strukturelle und textuelle Gesetzmäßigkeiten¹⁾.

In Abhängigkeit von der geologischen Lagerung, aber auch vom Chemismus sind gewisse Zusammenhänge, insbesondere struktureller Natur, von universeller Bedeutung vorhanden. Sie zeigen sich in den genetischen Beziehungen, die man oft unter dem Namen Ausscheidungsfolge zusammenfaßt, deren ursächlicher Bedingungskomplex aber sehr mannigfaltiger Natur ist.

4. Die allgemeine physikalisch-chemische Betrachtung magmatischer Vorgänge.

Alle diese feststehenden großen Gesetzmäßigkeiten und die vielen nicht minder wichtigen feineren Beziehungen, deren hier nicht Erwähnung getan werden konnte, sucht nun die physikalisch-chemische Petrologie, also die genetische Betrachtungsweise, dem Verständnis näher zu bringen, letzten Endes, um bessere Unterscheidungsmerkmale, schärfere Verwandtschaftsbegriffe für die Beschreibung zu erhalten. Sie muß dabei die Magmen als große physikalisch-chemische Systeme betrachten und den Einfluß der in geologischem Sinne wirksamen Kräfte unter den natürlich sich vorfindenden Bedingungen untersuchen. Der Chemie der wässerigen Lösungen und der Metalllegierungen muß sich die Chemie des Magmas an die Seite stellen. Dabei ist es von Wichtigkeit einerseits, die allgemeinen prinzipiellen Vorstellungen in dieser Richtung zu entwickeln, anderseits die speziellen Zusammenhänge durch das Experiment aufzuklären. Das Magma selbst ist im allgemeinen in anderer Weise charakterisiert als die wässerige Lösung oder die Metallschmelze, wenn auch zu beiden hin noch Beziehun-

gen vorhanden sind¹⁾. Selbst die Untersuchung der Gesteine, von der wir ausgegangen sind, kann noch nicht das vollständige Bild ergeben, denn diese sind in gewissem Sinne nur Kristallisationsrückstände des Magmas, also nur ein, wenn auch quantitativ überwiegender Teil des Ganzen. Am sinnfälligsten treten jene Stoffe, die nur zu einem geringen Teil in den Mineralbestand eingehen, in den vulkanischen Erscheinungen zutage. Sie entweichen hierbei als Gase und Dämpfe. Daß unter diesen Bestandteilen, wie H_2O , H_2 , N_2 , CO_2 , CO , H_2S , SO_2 , HCl , Cl , HF , zum mindesten lokal, H_2O vorwiegt, scheint neuerdings durch Untersuchungen von *Day* und *Shepherd*²⁾ am *Kilauea* direkt bestätigt worden zu sein, während petrographische Befunde von jeher dafür sprachen. Doch sind sicherlich Einwendungen von *Brun*³⁾ insofern berechtigt, als es unrichtig ist, die Exhalationen ohne weiteres mit Wasserdampf zu identifizieren. Auch bei der tiefmagmatischen Erstarrung geben sich diese Bestandteile besonders durch die Kontakterscheinungen und die pneumatolytischen bis hydrothermalen Bildungen zu erkennen. Man hat die leichtflüchtigen Stoffe hier als „Mineralisatoren“ bezeichnet.

Charakteristisch ist, daß diese Komponenten im Vergleich zu den quantitativ überwiegenden, meist silikatischen Stoffen außerordentlich leichtflüchtig sind. Ihre eigenen kritischen Temperaturen und die mancher ihrer Verbindungen sind um mehrere hundert Grad niedriger als die Schmelztemperaturen der schwerflüchtigen Kontrahenten. Das gibt, neben der übrigen stofflichen Eigenart, dem magmatischen System als Ganzes ein besonderes Gepräge. Die prinzipielle Ähnlichkeit eines derartigen Komplexes mit Systemen, die *A. Smits* in den letzten Jahren in theoretischer und experimenteller Weise erforscht hat, ist schließlich auch von mineralogischer Seite erkannt worden. Damit wurde für die Gesamtauffassung der magmatischen Phänomene, in physikalisch-chemischer Hinsicht, eine umfassende Grundlage gewonnen.

Das Zusammenwirken schwer- und leichtflüchtiger Stoffe bei hoher Temperatur hat zur Folge, daß unter gewissen Umständen Destillationsprozesse oder kritische Erscheinungen neben Kristallisationsvorgängen gleichzeitig zu berücksichtigen sind; es hat auch zur Folge, daß der Druck ein neben der Temperatur gleichberechtigter Faktor wird. Die *Kristallausscheidung*, das Erstarren des Magmas, ist ein in erster Linie durch die Löslichkeitsverhältnisse bedingter Vorgang. Die schwerlöslichsten Stoffe scheiden sich

¹⁾ Auf derartige Beziehungen, die immer von großem praktischen und theoretischen Interesse sind, hat beispielsweise *F. Rinne* in einem Aufsätze (Fortschritte der Mineralogie I, 1911) aufmerksam gemacht.

²⁾ *A. L. Day*, *E. S. Shepherd*, Bull. geol. Soc. Am. 24, 573, 1913.

³⁾ *A. Brun*, Recherches sur l'Exhalation volcanique Genève, 1911. Siehe auch gegen *Day* und *Shepherd*: Actes soc. helv. sc. nat. Genève 1915 (II), 163.

¹⁾ Trennung von Struktur und Textur nach der von *v. Grubenmann*, Die kristallinen Schiefer, Berlin 1910, gegebenen Definition.

zuerst aus und wenn, beispielsweise durch Temperaturerniedrigung, die Sättigungskonzentration weiterer Bestandteile erreicht wird, beginnen auch diese auszufallen. Bereits *Bunsen* hatte den Erstarrungsprozeß in diesem Sinne aufgefaßt, und die zahlreichen Untersuchungen von *Vogt*, *Dölter*, *Lagorio* und *Morozewicz* an trockenen Silikatschmelzflüssen, die sich ja in dieser Beziehung prinzipiell gleich verhalten wie irgend eine magmatische Lösung, machten die Petrographen mit dieser Betrachtungsweise vertraut. Allerdings treten hierbei sehr oft Unterkühlungen beziehungsweise Übersättigungen auf, die unter bestimmten Umständen auch dem Naturvorkommen durchaus nicht fremd sind, unter anderen Bedingungen aber, infolge Viskositätsverminderung durch die leichtflüchtigen Bestandteile und außerordentlich lange Zeitdauer der Abkühlung, sistiert werden. Zur Beurteilung der bei der Erstarrung von Schmelzlösungen auftretenden Erscheinungen sind in den letzten Jahren in experimenteller und theoretischer Hinsicht sehr viele neue Gesichtspunkte gewonnen worden. Von *Liebisch*¹⁾ und seinen Schülern sind die Kristallisationsvorgänge in binären und ternären Systemen aus Chloriden einwertiger und zweiwertiger Metalle, von *Nacken*²⁾ und anderen die der Sulfate, von *Jäger*³⁾ die der Sulfide, von den Mitarbeitern des geophysikalischen Instituts in Washington⁴⁾, die hier speziell interessierenden einiger Silikate und Aluminate näher untersucht worden. Auch im letzteren Fall ist es noch nicht möglich gewesen, sei es auch nur hinsichtlich der schwerflüchtigen Stoffe, Systeme annähernder Komplikation, wie das Magma sie darbietet, vollkommen zu erforschen. Doch handelt es sich weniger um die vollständige experimentelle Wiedergabe derartiger Systeme, als um die schon aus einfachen Versuchen sich ergebenden Hinweise auf in Betracht kommende besondere Erscheinungen und ihre physikalisch-chemische Bedeutung.

Im einfachsten Verlauf einer Schmelzerstarrung findet eine Reaktion
 $\text{Schmelzlösung} \rightleftharpoons \text{festes A} + \text{festes B} + \text{festes C} \dots$
statt. Es kann sich in einer durch die Ausgangskonzentration bestimmten Reihenfolge zuerst eine feste Phase, dann neben ihr eine zweite und später dritte usw. Kristallart abscheiden, bis schließlich bei einer bestimmten Temperatur der letzte Rest der Schmelzlösung verschwindet. Nebeneinander findet man dann, sofern Gleichgewicht sich stets einstellt, nicht mehr als n verschiedene Kristallarten, wenn n die Zahl der Komponenten ist.

¹⁾ Th. Liebisch, E. Korreng, Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Berlin VIII, 192, 1914; X, 160, 1915.

²⁾ R. Nacken, Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Berlin 1910, 1016 und an anderen Orten.

³⁾ F. M. Jäger, H. S. van Klooster, Z. f. anorg. Chem. 1912, 78, 248.

⁴⁾ A. L. Day, E. S. Shepherd, G. A. Rankin, N. L. Bowen, O. Andersen, F. E. Wright, meistens in der Z. f. anorg. Chemie der letzten Jahre.

Es kann aber auch im Verlauf der Abkühlung ein schon früher ausgeschiedener Kristall mit der in ihrer Konzentration geänderten Schmelze unter Bildung einer neuen festen Phase reagieren nach dem Schema

$\text{Schmelzlösung} + \text{festes A} \rightleftharpoons \text{festes B} + \dots$

Die Ausgangskonzentration bestimmt dann, ob im Gleichgewicht die Reaktion schließlich vollständig verläuft oder ob nach der Enderstarrung noch festes A vorhanden ist. Die Feststellung derartiger Reaktionsfelder schon in einfachen Systemen ist von Bedeutung, denn auch Hinzufügen neuer Komponenten wird sie nie ganz zum Verschwinden bringen. Schließlich kann eine feste Phase im Verlauf von Änderungen der Temperatur oder des Druckes auch Umwandlungen erleiden. Die Bedingungen zu kennen, unter denen diese erfolgen, ist immer dann wertvoll für den Mineralogen, wenn eine stattgehabte Umwandlung auf irgendwelche Art im Umwandlungsprodukt erkenntlich ist.

Die Erscheinungen werden wesentlich kompliziert durch den Umstand, daß viel feste Phasen veränderliche Zusammensetzung besitzen. Dann ist es wichtig, die Grenzen der Mischbarkeit unter verschiedenen Bedingungen sowie die Beziehungen in den Konzentrationen zwischen Schmelzlösungen und koexistierenden Mischkristallen festzustellen. Besonders die letzteren in ihrer gleichzeitigen Abhängigkeit von der Temperatur klären über die Art der Zonenbildungen auf. Die bis jetzt vorhandenen experimentellen Untersuchungen scheinen zu bestätigen, daß, wie vom strukturellen Standpunkt aus zu erwarten ist, in erheblichem Maße jeweiligen nur bestimmte Molekülarten als isomorphe Beimengungen in die festen Phasen eingehen, daß beispielsweise ein Tonerdegehalt in Form der Anorthites in der Schmelze noch nicht genügt, um erheblich tonerdehaltige Augite auskristallisieren zu lassen¹⁾. Die gegenseitige Abgrenzung der verschiedenen Phasenfelder in den Konzentrationsdiagrammen gibt über die sich bedingenden und die im Gleichgewicht sich anschließenden Mineralkombinationen Aufschluß. Die allgemeine Erscheinung, daß in Eruptivgesteinen stets nur wenige Mineralien von wesentlicher Bedeutung sind, ist nichts anderes als der sinnenfällige Ausdruck der wenigstens annähernd auch bei diesen Vorgängen gültigen Phasenregel.

Neben diesen Beziehungen, bei deren Ableitung die kristalline Phase wie irgendeine andere in Rechnung kommt, sind von großer Bedeutung für die Erklärung der strukturellen Phänomene jene, bei denen auf die besondere Natur des Kristallzustandes Rücksicht genommen wird. Hier spielen die von *Tammann* eingeführten Begriffe *Kristallisationsgeschwindigkeit* und *Kristallisationsvermögen* eine gewisse Rolle. Die Wachstumsgeschwindigkeit eines Kristalls ist nach verschiedenen Rich-

¹⁾ Vergl. dagegen die Diskussion zwischen G. Tschermak und H. E. Bocke im Centralbl. f. Mineralogie 1915/1916.

tungen in Abhängigkeit vom strukturellen Bau und der Konstitution der Schmelzlösung (Übersättigung, Dissoziation usw.) verschieden. Daraus resultieren die besonderen Formausbildungen. Die Kristallisation kann außerdem an wenigen Stellen einsetzen und sich darauf beschränken oder sie läßt viele Zentren entstehen, die dann naturgemäß bei gleicher Substanzmenge weniger in Breite und Tiefe auswachsen können. Noch ist es nicht gelungen, die Abhängigkeit all dieser Größen von einzelnen Faktoren durchweg klarzustellen; die neuere strukturelle Betrachtungsweise hofft aber auch in dieser Hinsicht fördernde Momente in die Diskussion zu bringen.

Während der Kristallisation kommt den leichtflüchtigen Stoffen, wie H_2O und anderen, eine zweifache Bedeutung zu. Sofern die Erstarrung des Magmas im Erdinnern unter hohem Druck stattfindet, werden sie sich bei der Ausscheidung von in der Hauptsache schwerflüchtigen Stoffen in der Restlösung anreichern. Ihre Anwesenheit erniedrigt schon von vornherein die Ausscheidungstemperaturen ganz erheblich, sie wird die Kristallisation auch auf ein großes Intervall verteilen. Infolge dieser Anreicherung steigt aber die Innenspannung während des Abkühlens enorm. Gleichzeitig verringert sich die Viskosität der Lösung. Es werden dann schließlich zwischen 900° und 400° fluide hochgespannte „mineralisatorienreiche“ Lösungen zurückbleiben, die jede Gelegenheit des Entweichens wahrnehmen. Finden sie längs Klüften oder Spalten offene Bahn, so hat Druckerniedrigung und Temperaturerniedrigung Auskristallisation der gelösten Stoffe zur Folge. Die an wasser-, chlor-, fluor- und borhaltigen Mineralien reichen pegmatitischen Bildungen finden auf diese Weise ihre Erklärung. Es kann aber auch sein, daß beim Abkühlen von einem bestimmten Moment an der Dampfdruck des Magmas so groß geworden ist, daß gewissermaßen ein Absieden dieser leichtflüchtigen Bestandteile, beziehungsweise ihrer Lösungen, in die durchlässigen Nebengesteine erfolgt. Je nach der Intensität der Stoffzufuhr sind dann die gewöhnlichen Kontaktwirkungen oder die pneumatolytischen Erscheinungen der *Injektion* wahrnehmbar. Infolge der zwischen Karbonaten und derartigen Mineralisatoren sich abspielenden Reaktionen findet, unter Verdrängung von CO_2 (*Metasomatose*), eine Anreicherung pneumatolytischer Stoffe besonders gern in Kontaktmarmoren statt. Schöne Beispiele sind unter anderen aus dem Kristiania-gebiet bekannt geworden. (V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose im Kristiania-gebiet, 1911.) Letzte Reste wasserhaltiger Lösungen verursachen schließlich die sogenannten *hydrothermalen* Bildungen der Kluftmineralien, und in besonderer stofflicher Zusammensetzung manche (perimagmatischen und apomagmatischen) *Erz-lagerstätten*. So sind flüssig-magmatische Gesteinsbildung, Pneumatolyse und hydrothermale Vorgänge notwendig auseinander folgende Pro-

zesse eines einzigen Systems unter wechselnden Bedingungen. Die Spaltung der unter plötzlicher Drucklastung ausfließenden Magmen in viskose Laven, die meist glasig fest werden, und eine reine Gasphase entspricht vollkommen dem Verhalten derartiger Systeme unter diesen besonderen Umständen.

Geben uns derartige Überlegungen Auskunft über die physikalisch-chemische Bedeutung der während einer Abkühlungsperiode des Magmas im Kleinen auftretenden Erscheinungen, so sind sie doch noch nicht geeignet, die großen Gesetzmäßigkeiten zwischen den magmatischen Gesteinen in ihrem eigentlichen Wesen zu erfassen. Welches sind die Ursachen der innerhalb gewisser Möglichkeiten bleibenden Gesteinsassoziationen, der magmatischen Variationsbreiten und der Eruptionszyklen; welcher Art ist der Zusammenhang zwischen magmatischer Periode und geotektonischen Vorgängen? Um über diese wichtigsten Probleme Aufschluß zu erlangen, ist eine weitere Entwicklung der Chemie des Magmas und der Geophysik unbedingt notwendig. Hauptsächlich wird es sich in Rücksicht auf den ersten Punkt darum handeln zu untersuchen, welches die im Magma vorhandenen Molekelarten sind und welche von Temperatur und Druck abhängigen Gleichgewichte sich zwischen ihnen ausbilden. Die enge Zusammengehörigkeit jeweiligen einer Reihe verschiedener Eruptivgesteinstypen innerhalb einer geologischen Einheit hat von jeher zu der Vorstellung der Entstehung aus einem ursprünglich homogenen Magmaherd¹⁾ geführt. Es müßten dann in einem solchen Herde Konzentrationsverschiedenheiten entstehen, die große Massen im einheitlichen Sinne betreffen. Welcher Art auch diese sind, die Bildung einheitlicher Gesteine verschiedener Zusammensetzung verlangt ausgleichende Wanderungen. Wandern werden aber natürlich die Molekelarten, welche unter den gegebenen Bedingungen vorhanden sind, und die Gleichgewichte, die sich zwischen ihnen einstellen, werden jedem Teilsystem den besonderen Charakter geben²⁾. Seit Darwin ist der Gedanke, daß eine derartige Differentiation direkt mit Kristallisation im Großen verbunden ist, immer wieder in den Vordergrund getreten. Die zuerst gebildeten Kristalle sollen infolge der Schwerkraft in die Tiefe sinken, und die vom zurückbleibenden Magma durchlaufenen Stadien würden direkt den Flüssigkeitsrückstandskurven während der Kristallisation, unter ständiger Entfernung der bereits ausgeschiedenen Produkte, entsprechen. Im Verlaufe dieses in der Tiefe langsam vor sich gehenden Prozesses würden die Schmelzlösungen in verschiedenen Epochen abgequetscht, intrudieren und bei der rascheren Erstarrung die normalen magmatischen

¹⁾ Gestein des gleichen Stammes, nach V. M. Goldschmidt, Vidensk. Skr. 1916, Kristiania (Nr. 2).

²⁾ P. Niggli, Chemie der Erde I (1915), 101.

Gesteine liefern. Erst neuerdings hat *Bowen*¹⁾ darauf hingewiesen, daß der überaus verbreitete Zyklus gabbroide Gesteine — dioritische Gesteine — Granite — Aplite und Pegmatite mit einer derartigen Vorstellung vereinbar wäre und zugleich die Anreicherung an Mineralisatoren im granitisch-pegmatitischen Magma, als der Restlösung, erklären würde. Doch so wahrscheinlich auch Mitwirkung derartiger Phänomene ist, so unmöglich ist es, sie für die komplizierten Vorgänge der Differentiation *allein* verantwortlich zu machen. Die Bildung basischer Teilmagmen in einem späteren Stadium, die oft entgegengesetzte lakolithische Differentiation, das meist vollkommene Fehlen gravitativer Separation in großen Eruptivstöcken, gewisse Differentiationsfolgen in der atlantischen Gesteinssippe und viele andere Erscheinungen verlangen ihre besondere Erklärung. Ein zweites Moment ist unter anderen von *Michel-Levy*, *Loewinson-Lessing* und neuerdings besonders von *Daly*²⁾ in Diskussion gezogen worden: die *Assimilation*³⁾. Auch sie wird in der Hauptsache besonders im Großen wirksam sein, in der Tiefe, in welcher den Magmen noch eine erhebliche Lösungsfähigkeit innewohnt. Dann kann Einschnmelzung mit Reaktion und Abscheidung fester Phasen verbunden sein, so daß die zurückbleibenden ausgeglichenen oder teildifferenzierten Magmen nicht reine additive Produkte darstellen. Der Kohlensäure und dem Wasser eingeschmolzener Sedimente kommen hierbei, wie *Daly* richtig betont, eine ganz besondere Rolle zu, denn sie werden besonders für Gleichgewichtsverschiebungen empfindliche Stoffe sein. Experimentelle Anfangsversuche sind in dieser Hinsicht bereits unternommen worden. Für alle diese Zwecke ist aber in erster Linie ein weiterer Ausbau des Beobachtungsmaterials und eine Vervollständigung der analytischen Untersuchungen notwendig. Und gerade hier, wo es sich um Vorgänge von gewaltigen Dimensionen und geologischem Ausmaß handelt, zeigt es sich, wie das Experiment nur ein Fühler und ein kritisches Hilfsmittel sein kann.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Kammerer, P., Allgemeine Biologie. Stuttgart und Berlin, Deutsche Verlags-Anstalt, 1915. XII, 351 S., 86 Abbildungen im Text und 4 farbige Tafeln. Preis M. 7.—

Eine gemeinverständliche Darstellung der allgemeinen Biologie zu geben, d. h. dem gebildeten Laien die Lehre vom Leben nahe zu bringen, ist in neuerer Zeit öfter versucht worden. Freilich wird meist irgendeine Philosophie des Lebens, besser gesagt des Autors über manche Lebensanschauungen geboten, die ihren Fundamenten und Tendenzen nach nicht auf die An-

erkennung des kritischen Forschers rechnen darf. Die Wissenschaft von den Organismen ist heute weder in Hinsicht auf ihre Erkenntnismöglichkeiten noch auf Grund bereits gewonnener Erkenntnisse in der Lage, überhaupt zu sagen, was allgemeine Biologie ist. Nur eine in sich vollkommene Biotheorie könnte genannt werden: der Vitalismus *Drieschs* — dessen Voraussetzungen wir aber als Irrtümer ablehnen müssen. So fehlt die Biotheorie, die als allgemeine Biologie mit alleinigem Recht auf diesen Namen gelehrt werden dürfte.

Nur eine Sammlung von Tatsachen mit verallgemeinernden Ableitungen ist unsere Lebenswissenschaft vorläufig, wenn sie sich, was zu fordern ist, von freischwebender Spekulation fernhält. So gibt auch der durch seine Experimentaluntersuchungen über den engeren Fachkreis hinaus bekannte Wiener Biologe *P. Kammerer* einen Überblick über die mannigfachen Gebiete, auf denen die Lebensforschung sich heute betätigt. Gleichmäßige Behandlung des ganzen Stoffes zu verlangen, wäre ein törichtes Ansinnen. In *Kammerers* Darstellung tritt das Zoologisch-Morphologische in den Vordergrund und hier wieder die Richtungen und Gegenstände, die dem Arbeitsgebiet des Verfassers näher liegen. Das äußert sich weniger in der Art und der Anzahl der überhaupt vorgebrachten Dinge als darin, daß über manche Fragen der Gestaltungsanalyse und Vererbungswissenschaft *Kammerer* die durch eigene Forschung gebildete Ansicht vertritt. Auch sonst freilich wird keine farblose Kompilation der Meinungen vorgebracht, sondern in bestimmter Weise Stellung genommen. Immer werden viele Einzelheiten mitgeteilt, fast zu viele einige Male, wo sich die Darstellung referatartig drängt. Es ist erstaunlich, welche Fülle von Material *Kammerer* dem reichen Schatze seiner Erfahrungen und Literaturkenntnisse entnimmt. Als Theoretiker ist er in der Beurteilung der positiven Versuchsergebnisse zuweilen optimistischer, als es manchem Skeptiker lieb sein mag. Sein frischer Stil macht sich gerade bei einer gemeinverständlichen Darstellung angenehm bemerkbar. Das große Geschick, keinen Fachausdruck ohne zureichende Erklärung einzuführen, muß besonders hervorgehoben werden.

Von dem Inhalte kann hier nur eine Übersicht der Kapitel gegeben werden. Begriffsbestimmung und Grundlegung der Prinzipien bilden die Einleitung. Mit Urzeugung, Leben und Tod wird das Wesen des Organismus zu erfassen gesucht. Dann kommen die „elementaren Fähigkeiten des organischen Stoffes“ zur Behandlung: Reizbarkeit, Bewegbarkeit, Stoffwechsel, Fortpflanzung, die letzte ausführlich als Wachstum und Entwicklung, Zeugung und Vermehrung dargestellt. Die beiden Schlußkapitel sind dem Bande der Generationen, der Vererbung und der stammesgeschichtlichen Entwicklung (Abstammung, Artenwandel, Auslese und Fortschritt) gewidmet. Dem Texte sind erklärende Abbildungen beigegeben, bei denen der Verlag sich anseheinend etwas sparsam gezeigt hat; denn mit Ausnahme der *Kammererschen* Originalfiguren begegnen einem meist alte, nicht immer gute Bekannte. Dagegen sind die farbigen Tafeln durchweg wohl gelungen. Den einzelnen Kapiteln folgen Literaturnachweise, und dem Schlusse des Buches ist eine Übersicht der allgemeinen biologischen Literatur beigegeben. So wird dem Leser eine Weiterbildung geboten, der er um so vertrauensvoller folgen kann, als die Angaben *Kammerers* durchaus unparteiisch gemacht sind. Oft dem Buchtitel hinzugefügte, ganz kurze kritische Bemerkungen erweisen sich für den Kenner als recht treffend.

¹⁾ N. L. Bowen, Journ. of Geology Suppl. Vol. XXIII (1915), 1.

²⁾ R. A. Daly, Igneous rocks and their origin, New York 1914.

³⁾ Eine Darstellung des geologischen Erscheinungskomplexes der Einschnmelzungen gab O. H. Erdmannsdörffer, Fortschritte der Mineralogie V (1916), 173.

Kammerers allgemeine Biologie verdient als Einführung in den Betrieb der gegenwärtigen Lebensforschung empfohlen zu werden; denn sie bringt keine billige Naturphilosophie, sondern ein gemeinverständliches Wissenschaftsbild. Daß das eigene Urteil des Autors allenthalben merkbar ist, macht das Buch auch für die Fachgenossen interessant. Um in dieser Hinsicht einiges herauszugreifen, erwähne ich S. 124 ff. die Ausführungen über Restitution, S. 274 über die Superregeneration bei *Ciona* und ihre Erbllichkeit, S. 322 ff. über fortschreitende Entwicklung. J. Schawel, Jena.

Röhmnn, F., Über künstliche Ernährung und Vitamine. Die Biochemie in Einzeldarstellungen II., herausgegeben von *Aristides Kanitz*. Berlin, Gebr. Bornträger, 1916. 150 S., 19 Figuren und 2 Tafeln. Preis M. 5,80.

Als zweiten Band der neuen Sammlung von Monographien gibt F. Röhmnn eine erschöpfende und kritische Darstellung des wichtigen Gebietes der künstlichen Ernährung, das in den letzten Jahren unter dem Einfluß der Arbeiten von G. Hopkins, Osborne und Mendel, C. Funk, Suzuki u. a. eine ganz neue, überraschende Gestalt gewonnen hat. Im Gegensatz zu der alten Liebig'schen Lehre, nach der als Bestandteile der Nahrung Eiweiß, Fette, Kohlehydrate, gewisse Salze und Wasser zu gelten haben, zeigten die neueren Untersuchungen, daß reine Nahrungsstoffe nicht ausreichend sind, Erhaltung des Körpers und Wachstum zu gewährleisten. Man kam dazu, lebenswichtige Stoffe anzunehmen, die in den meisten Nahrungsmitteln enthalten sind, die C. Funk Vitamine nannte, während andere, in Ablehnung dieser an „Biomalz“ erinnernden Wortbildung, von akzessorischen Nahrungsstoffen sprechen. Die nahe Beziehung dieser Versuche mit künstlicher Ernährung zu gewissen, in der Ätiologie dunklen, aber mit der Art der Nahrung sicher in Zusammenhang stehenden Krankheiten (Beriberi, Skorbut, Pellagra) verbreiterte die Basis des Interesses an diesen Studien und führte Funk dazu, für diese Krankheiten die Bezeichnung der Avitaminosen einzuführen.

Röhmnn verneint die Existenz von solchen Stoffen. Aus seiner langen Erfahrung mit künstlicher Ernährung hat er die auch von ihm selbst in ihrer großen Bedeutung noch nicht genügend gewürdigte Erkenntnis gewonnen, daß die Ernährung mit reinen Nahrungsstoffen so schwierig sei, daß aus negativen Versuchen kein Schluß gezogen werden darf. Nach langen Versuchen ist es ihm gelungen, mit einem Gemisch von reinem Kasein, Hühnereiweiß, Kartoffel- und Weizenstärke, Traubenzucker, Margarine und Salzen junge Mäuse aufzuziehen, zum Werfen und auch die zweite Generation zum Wachsen zu bringen. Seine Versuche, das Hühnereiweiß durch Kasein zu ersetzen, haben bisher die hohe Beweiskraft der ersten Versuchsreihe noch nicht erreicht. Gerade mit Kasein ist trotz großer experimenteller Erfahrung Osborne und Mendel und Hopkins die Erhaltung ihrer Tiere nicht gelungen. Die außerordentliche, Wachstum befördernde Wirkung ganz kleiner Mengen Milch (Hopkins) und ähnliche Beobachtungen im Zusammenhang mit der nach seiner Rolle in der Ernährung des wachsenden Tieres kaum zu bezweifelnden Vollwertigkeit des Kaseins als Eiweißkörper, lassen den Kaseinversuch als einen kardinalen erscheinen. Erst sein Ausgang wird entscheiden, ob die „akzessorischen Stoffe“ zum Leben notwendig sind. Auch bei negativer Beantwortung dieser wichtigen Frage wird aber nicht verneint sein, daß es Stoffe gibt, deren Enthaltensein in der Nah-

rung die reinen, das Wachstum und die Erhaltung nur unter besonderen günstigen Bedingungen gewährleisten Nahrungsstoffe zu brauchbaren Nahrungsmitteln macht, mit denen ein Aufbau viel leichter fällt.

Der Grund der Unzulänglichkeit einer Nahrung, die kalorisch ausreichend ist, sieht Röhmnn in der Unvollständigkeit der Eiweißkörper. Mit gewissen Eiweißstoffen der Zerealien und Leguminosen ist die Aufzucht junger Tiere nicht möglich (Osborne und Mendel). Diesen Eiweißstoffen fehlen Aminosäuren, die der tierische Körper nicht selbst bilden kann, deren Zufuhr aber die unvollständigen Eiweißkörper zu einer ausreichenden Nahrung ergänzt. In diesem Sinne erkennt Röhmnn Existenz und Bedeutung von „Ergänzungsstoffen“ an. „Sie sind nicht weitverbreitete Katalysatoren, sondern Stoffe, welche in ganz bestimmter chemischer Beziehung zu einem bestimmten Eiweißstoffe der Nahrung stehen.“

Die Realität dieser „Ergänzungsstoffe“ und ihre physiologische und pathologische Bedeutung wird allgemein anerkannt. Wenn sie aber die Existenz der „akzessorischen Nahrungsstoffe“ (Vitamine), wie R. meint, ausschließen soll, so muß die bestimmte chemische Beziehung zu einem bestimmten Eiweißstoffe nicht nur eine qualitative, sondern eine quantitative sein. Das ist aber augenscheinlich nicht der Fall. Die heilende Wirkung von $\frac{1}{2}$ —1 mg Oryzanin bei Beriberi (Suzuki), die außerordentliche Wirkung von Zitronensaft bei Möller-Barlowscher Krankheit lassen die quantitative Beziehung vermissen, die nach der Definition von Röhmnn zu fordern ist.

Es wird also zum mindesten noch einiger Arbeit und einer Anzahl von Nachprüfungen bedürfen, bis die Frage, ob „akzessorische Nahrungsstoffe“ neben den Ergänzungsstoffen, die Aminosäuren sind, bestehen, endgültig entschieden werden kann. In der Entwicklung dieser Lehre wird die durch den Reichtum an Material wie durch Kritik gleich wertvolle Schrift von Röhmnn eine wichtige Rolle spielen. Noch vor Weiterführung der experimentellen Arbeiten aber wird sie hoffentlich die sehr wünschenswerte Wirkung haben, der kritik- und uferlosen Ausdehnung des Begriffes der „Avitaminosen“ ein mahnendes Halt entgegenzusetzen.

L. Lichtwitz, Göttingen.

Botanische Mitteilungen.

Botanische Analogien zur Psychophysik. Mit dem Sieg des Entwicklungsgedankens war auch theoretisch die Grenze zwischen Tier- und Pflanzenreich gefallen, die sich schon in der Praxis in vielen Fällen kaum ziehen ließ. Damit tauchte naturgemäß die Frage auf, ob auch in der Pflanze Vorgänge anzunehmen sind, die den psychischen Prozessen der Tiere entsprechen. So sehr eine solche Annahme vom Standpunkt einheitlicher Betrachtung aus berechtigt schien, so wurde sie doch vielfach übersehen oder mit Absicht beiseite geschoben. Daran war, wenn man von gewissen dogmatischen Voreingenommenheiten absieht, zweierlei schuld. Zunächst lassen sich „psychische Prozesse“ bei der Pflanze wie übrigens auch bei niederen Tieren nie direkt beweisen, sondern höchstens nach Analogie erschließen; dann aber war da und dort von zu extrem vitalistischer Seite aus etwas Mißbrauch mit dem Seelenbegriff getrieben und zuviel Zwecktätigkeit in das Naturgeschehen hineinkonstruiert worden. Trotz des berechtigten Widerstandes gegen solch extreme Auswüchse haben sich aber doch eine ganze Reihe von Bezeichnungen und Vorstellungen aus der Tierpsycho-

logie in die pflanzliche Reizphysiologie eingebürgert. Diese „Analogien“ sind es, die *Kniep* in seinem Aufsatz (*Fortschr. d. Psychol.* Bd. IV, 1916) übersichtlich darstellt. Behandelt werden die Reizschwelle, das Reizmengengesetz, das Webersche Gesetz, die Sinnesqualitäten und die Reizstimmung. Wie bei den tierischen Sinneswahrnehmungen, so gibt es auch bei den pflanzlichen Reizprozessen eine bestimmte Grenze, unterhalb der ein Reiz wirkungslos ist, d. h. zu keinem sichtbaren Erfolg führt. Diese Grenze liegt allerdings in manchen Fällen sehr tief. Eine Droseratentakel reagiert noch, wenn eine Ammoniumphosphatlösung in einer Verdünnung von 1:20 000 000 angewandt wird, und manche Ranken rollen sich noch auf, wenn man ein Baumwollfädchen von 0,000 25 mg auflagt. Etwas komplizierter liegen die Verhältnisse für den Phototropismus. Hier läßt sich nicht einfach eine untere Lichtintensität angeben, die gerade noch eine Reaktion auslöst. Vielmehr muß dabei auch die Dauer der Einwirkung berücksichtigt werden. Je länger die Bestrahlung stattfindet, desto geringere Intensitäten sind erforderlich, um einen Reizerfolg herbeizuführen, und umgekehrt genügt bei sehr hohen Lichtwerten der Bruchteil einer Sekunde (bis $\frac{1}{2000}$) zur Erzielung einer phototropischen Reaktion. Es besteht hier eine einfache mathematische Beziehung, das sogen. Reizmengengesetz. Das Produkt aus Lichtstärke \times Belichtungszeit muß einen gewissen konstanten Wert besitzen, um die Schwelle zu erreichen. Dieses Produktgesetz gilt nicht nur für den Phototropismus, sondern auch für den Geotropismus. Die geotropische Präsentationszeit, d. h. die Zeit, die ein Schwerkraftsreiz einwirken muß, um zu einer Krümmung zu führen, hat natürlich für die konstante Schwerkraft g bei dem einzelnen physiologischen Versuchsobjekt einen ganz bestimmten Wert. Ersetze ich dagegen die Schwerkraft durch beliebige Zentrifugalkräfte, dann ist jedem Zentrifugalwert ein bestimmter zeitlicher Expositionswert zugeordnet, der durch das Mengengesetz berechnet werden kann und der angewendeten Zentrifugalkraft umgekehrt proportional ist. Nur ein Ausfluß des Reizmengengesetzes ist das Fittingsche „Sinusgesetz“. Werden die 2 entgegengesetzten Flanken eines Keimsprosses abwechselnd in 2 verschiedenen Winkellagen zur Schwerkraft gereizt, etwa $+90^\circ$ und -45° , und zwar gleichlang, dann erfolgt eine Krümmung im Sinne der Reizung von $+90^\circ$, weil hier die Schwerkraft in voller Stärke wirkt. Eine solche Reaktion unterbleibt aber, wenn sich die Expositionzeiten umgekehrt verhalten, wie die Sinus der zugehörigen Winkel, wenn also die Proportion besteht: $\sin \alpha_1 : \sin \alpha_2 = t_2 : t_1$ (t = Expositionszeit). Ebenso steht das „Talbotsche Gesetz“ mit dem Reizmengengesetz in Zusammenhang. Es besagt, „daß der Effekt eines intermittierenden Reizes gleich ist dem Produkt aus der Intensität dieses Reizes und dem Bruchteil der Periode, während deren er wirksam ist. Dieses Gesetz, das zunächst für die Netzhaut des menschlichen Auges festgestellt wurde (*Helmholtz*), gilt auch für den pflanzlichen Phototropismus. Eine Summation der Einzelreize und eine Reaktion findet allerdings nur dann statt, wenn die Intervalle eine gewisse Grenze nicht übersteigen. Die Gültigkeit des „Weberschen Gesetzes“ ist zuerst von *Pfeffer* in der Pflanzenphysiologie bestätigt worden, und zwar bei der Chemotaxis der Mikroorganismen. Er führte in die Flüssigkeit, in der die Bakterien sich befanden, eine Kapillare ein, die eine Lösung des Reizstoffes enthielt, und zwar in stärkerer Konzentration, als dieser in der Nährflüssigkeit vorhanden war. *Pfeffer* fand nun, daß ein ganz

bestimmter Konzentrationsüberschuß vorhanden sein muß, damit Chemotaxis eintritt. Dabei kommt es nicht auf den absoluten, sondern, wie es eben dem Weberschen Gesetz entspricht, auf den relativen Reizzuwachs an. So muß bei *Bacterium termo* die Fleischextraktlösung in der Kapillaren 5-mal so konzentriert sein als in der Außenflüssigkeit, damit Anlockung stattfindet. Auch beim Geotropismus findet das Webersche Gesetz Anwendung, während beim Phototropismus die Verhältnisse noch nicht geklärt sind. Das Webersche Gesetz bietet eine Handhabe, verschiedene Sinnesqualitäten voneinander zu unterscheiden. Befinden sich in der Kapillaren und in der Außenflüssigkeit verschiedenartige Lösungen, dann wird die äußere eine Dämpfung nur dann herbeiführen dürfen, wenn der Perzeptionsakt derselbe ist, die Reize, also als gleichartige empfunden werden. Mit dieser Methode wurde festgestellt, daß Chloride und Sulfate bei Bakterien offenbar als verschiedene Reizqualitäten empfunden, Sulfate untereinander aber nicht unterschieden werden. Ein anderer Weg, Sinnesqualitäten zu ermitteln, knüpft an den Schwellenwert an. So kann man aus der Tatsache, daß unterschwellige geo- und phototropische Reize nicht summiert werden, folgern, daß heterogene Reize vorliegen, die einen verschiedenen Perzeptionsakt auslösen. An der Hand des Weberschen Gesetzes läßt sich auch feststellen, daß die Reizstimmung sich unter bestimmten Umständen ändern kann. Übersteigt nämlich die Konzentration der Außenflüssigkeit eine gewisse Größe, dann tritt Abstumpfung ein, und es kommt bei dem entsprechenden Konzentrationsüberschuß nicht mehr zu einer Ansammlung in der Kapillaren. Beim Phototropismus kann sogar bei starken Lichtstärken die positive Reaktion in eine negative umschlagen. Solche Stimmungsänderungen sind auch beim Geotropismus bekannt geworden. So nehmen beispielsweise die jungen Blütenknospen des Mohnes infolge ihres negativen Geotropismus eine nickende Lage ein. Beim Aufblühen aber richtet sich die Sproßspitze infolge von Stimmungsänderung senkrecht empor. Narkotika in geringen Dosen erhöhen, in starken Dosen erniedrigen sie die Reizstimmung. Zweifellos wird die weitere Forschung all diese „Analogien“ zur tierischen Physiologie noch vermehren.

Über die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen schmarotzende *Cuscuta*. (*Gertz, Jahrb. f. wiss. Bot.* 56, 1915.) Um die Ursachen zu ermitteln, von denen das Gedeihen oder Nichtgedeihen der *Cuscuta* auf verschiedenen Wirtspflanzen abhängig ist, stellte *Gertz* Versuche mit sehr zahlreichen Pflanzenarten an. Wachsende Sproßspitzen von *Cuscuta Gronovii* wurden an den auf Infektionsfähigkeit zu prüfenden Gewächsen festgebunden und dann der weitere Entwicklungsverlauf verfolgt. Es ergab sich, daß eine ganze Menge von Arten den Angriffen des Schmarotzers widerstehen. Zu dieser Leistung sind sie durch mannigfache Schutzmittel befähigt. Bei *Quercus* ist es wohl die glatte Stengeloberfläche, die von vornherein ein Anhaften unmöglich macht. Bei vielen Formen bietet außerdem das mechanische Gewebe einen wirksamen Schutz gegen das Eindringen der Saugwurzeln. So vermochten bei *Digitalis purpurea* die Saugwurzeln den Sklerenchymring nicht zu durchbrechen. Eine ähnliche Erscheinung beobachtete *Hildebrand* bei *C. lupuliformis*; die Saugwarzen waren nicht imstande, sich in die verkieselte Epidermis von *Phragmites* (Schilfrohr) einzubohren. Zu diesen mechanischen Schutzmitteln gesellen sich dann eine Fülle von chemischen. Als besonders widerstandsfähig erwiesen sich vor allem Pflanzen, die über Oxal-

säure, ätherische Öle, Alkaloidstoffe und giftige Milchsäfte verfügen. Als Beispiele seien genannt *Begonia metallica*, *Dictamnus Fraxinella*, *Hyoscyamus niger* und *Papaver dubium*. Die Wirkungen der geschützten Wirtspflanzen auf den Schmarotzer äußerten sich darin, daß er entweder überhaupt abstarb oder aber bei ausgesprochener Wachstumshemmung deutliche Anzeichen der Verkümmerng zeigte. Sehr häufig ging mit der Kränklichkeit ein \pm ausgesprochenes Ergrünen Hand in Hand: der Schmarotzer suchte dem Hungerzustand durch autotrophe Ernährung entgegenzuarbeiten. Auf diese Weise war ein schwaches Weiterwachstum möglich, das außerdem durch Selbstverdauung tiefergelegener Regionen gefördert wurde. Trotz weitgehender Schädigung trat in manchen Fällen an akzessorischen Sprossen Blütenbildung ein. Offenbar sucht auf diese Weise die Pflanze wenigstens die Nachkommenschaft zu retten. — Es hat nichts Verwunderliches, daß in manchen besonderen Fällen die Schutzmittel versagen, und daß in dieser Hinsicht andere Cuscutaarten von *C. Gronovii* abweichen. So gedeiht *C. Epithymum* mit Vorliebe auf Thymusarten, die durch den Besitz von ätherischem Öl ausgezeichnet sind. Es handelt sich hier eben um Spezialisten, bei denen die Schutzmittel durch Gegenanpassung wirkungslos geworden sind. Beispiele derart sind ja schon auf anderen Gebieten nachgewiesen worden. Es mag nur an den Wolfsmilchschwärmer erinnert werden, dessen Raupe sich durch den Milchsaft in keiner Weise abschrecken läßt, gerade Euphorbiablätter als Nahrungsmittel zu wählen. Ob die von Gertz als „Schutzmittel“ bezeichneten Stoffe und Bauverhältnisse alle diesen Namen verdienen, läßt sich bezweifeln. Der Ausdruck „Schutzmittel“ legt die Deutung nahe, als ob wir es hier stets mit aktiven Anpassungen zu tun hätten. In Wirklichkeit werden aber die betreffenden Arten nur deshalb verschont, weil sie zufällig im Besitz von schutzverheißenden Charakteren sind, Charakteren, die ihr Vorhandensein in der Regel wohl anderen Umständen (mechanischen Aufgaben usw.) verdanken.

Über amphikline Bastarde. (*de Vries, Ber. d. d. botan. Ges. Bd. XXXIII, 1916.*) Schon in seiner „Mutationstheorie“ berichtet *de Vries* von eigenartigen Bastardierungserscheinungen, die ihm bei *Oenothera*-formen begegnet sind. Kreuzt man *Oe. Lamarckiana* mit *Oe. mut. nanella*, dann erhält man schon in der ersten Generation eine Spaltung derart, daß ein Teil der Nachkommen zu *Oe. Lamarckiana* zurückschlägt, während der Rest *Oe. mut. nanella* ergibt. Beide Typen vererben sich konstant weiter. Wichtig ist nun, daß solche „amphikline“ Bastarde nicht in festem Verhältnis auftreten, sondern daß der Prozentsatz *Oe. Lamarckiana*: *Oe. mut. nanella* stark wechselt. In den älteren Versuchen, die in der Mutationstheorie niedergelegt sind, und die mit einjährigen Pflanzen angestellt wurden, schwankt die Zahl der *Nanella*-Formen von 1–50 %. Für diese Schwankungen kommt zweierlei in Betracht: „Erstens die individuelle Kraft der männlichen und weiblichen Keimzellen, welche zusammengebracht werden, und zweitens die Ernährungsverhältnisse während der Kreuzung. Der Einfluß der individuellen Kraft wurde schon in den früheren Versuchen klargestellt. Es zeigte sich, daß die *Nanella*-Formen um so häufiger erscheinen, je günstiger die Verhältnisse sind. So ist es keineswegs gleichgültig, welche Blüten einer Infloreszenz man zu den Befruchtungsversuchen verwendet. Jüngere Blüten sind wesentlich kräftiger; das gibt sich schon an der Größe, vor allem aber an der Samenzahl der daraus hervor-

gegangenen Früchte zu erkennen. Infolgedessen nehmen die Erbzahlen für die Zwergformen von der Basis nach der Spitze eines Blütenstandes ab; in einem Experiment sank der Prozentsatz von 31 % auf 16 %. Auch die schwächeren Seitenzweige haben niedrigere Erbzahlen. Ganz allgemein bildet der Samenreichtum einer einzelnen Frucht einen Maßstab dafür, wie viele *Nanella*-Keimlinge zu erwarten sind. Über den Einfluß der äußeren Faktoren handelt die neuere Mitteilung. Während früher die mittlere Erbzahl für *Oe. mut. nanella* etwa bei 22 % lag, konnte sie durch Verwendung zweijähriger Kulturen von *Oe. Lamarckiana* auf 65 % erhöht werden. In einzelnen Versuchen wurden sogar fast 100 % Zwerge erzielt. Dazu waren allerdings besonders günstige Ernährungsverhältnisse vonnöten. „Eine reiche Düngung, eine sonnige Lage und eine gute Behandlung der Samenträger erhöhen den Gehalt an Exemplaren des einen Typus, während unter ungünstigen Kulturbedingungen der andere zunimmt.“ Vor allem befördert frühzeitiges Verpflanzen und reichliches Begießen während der Zeit der Bewurzelung das Auftreten der *Nanella*-Formen. Auch das Klima ist von großem Einfluß. Das zeigten Experimente mit 3 kräftigen Exemplaren von *Oe. Lamarckiana*. Die Befruchtung mit *Nanella*-Pollen erfolgte vom 12. Juli bis 16. August; das Wetter wurde genau registriert und die Früchte einzeln geerntet. Es ergab sich, „daß für die Zeit, in welcher das Wetter während der Reduktionsteilung, der Synapsis und der Befruchtung sehr günstig war, der prozentische Gehalt an Zwergen sehr hoch ist, während er für die regnerische Periode des Sommers merklich geringer ist“ (83 gegen 57 %). Nach der Ansicht von *de Vries* gelten dieselben Gesetzmäßigkeiten auch für andere amphikline Bastarde.

Die Verwandlungsfähigkeit der Bakterien. (*Schmitz, Centralbl. f. Bakt. 1. Abtlg., Bd. 77, H. 5/6, 1916.*) Es ist eine bekannte Tatsache, daß eine eng umschriebene Bakteriengruppe häufig nebeneinander stark pathogene und vollständig harmlose Arten enthält. Natürlich steigt da sofort die Frage auf, inwieweit solche Formen miteinander verwandt sind und ob es gelingt, möglicherweise die eine in die andere überzuführen. Das ist nicht bloß von theoretischer Bedeutung, sondern kann die weitestgehenden praktischen Folgen nach sich ziehen. Über die Typhuskoligruppe, die neben den Erregern des Typhus und Paratyphus auch die unschädlichen Kolibazillen enthält, ist schon viel gearbeitet worden, und es hat sich dabei gezeigt, daß es die mannigfachsten Bindeglieder zwischen den einzelnen Typen gibt. So treten, um nur ein Beispiel zu erwähnen, sehr häufig im Stuhl von Menschen Bazillen auf, die in jeder Hinsicht mit Paratyphuserregern übereinstimmen, denen aber die Virulenz fehlt, und so fort. *Schmitz* berichtet nun über eine weitere, schon seit langer Zeit umstrittene Gesellschaft, die Diphtherie-Pseudodiphtherie-Gruppe. Es handelt sich dabei um folgendes: Außer typischen Diphtheriebazillen treten im Menschen mitunter verwandte Formen auf, die sich nicht nur durch das Fehlen der Pathogenität, sondern auch hinsichtlich ihrer Gestalt, Färbbarkeit, Gärungsvermögen usw. von dem eigentlichen Erreger der Diphtherie unterscheiden. Schon vor 30 Jahren haben *Roux* und *Yersin* die Vermutung geäußert, daß es sich hier bloß um Modifikationen derselben Art handle, die ineinander übergehen könnten. Eine Stütze findet diese Annahme darin, daß die Pseudodiphtheriebazillen mit Vorliebe bei Diphtherierekonvaleszenten und Bazillenträgern anzutreffen sind. Es ist nun *Schmitz* tatsächlich gelungen, reine Linien

von Diphtheriebazillen durch Einspritzung in Meerschweinchen in solche Formen umzuwandeln, die sich von Pseudodiphtheriebazillen nicht unterscheiden lassen. Dieser Übergang erfolgte erst allmählich, oft waren mehrere Meerschweinchenpassagen notwendig, und es verdient hervorgehoben zu werden, daß sich neben solchen Variationen, die aller typischen Diphtheriemerkmale entkleidet waren, auch andere vorfanden, denen bloß das eine oder das andere fehlte, die Extreme waren also mit anderen Worten durch zahlreiche Zwischenstufen verknüpft. Die Veränderungen waren zum Teil reversibel, zum Teil aber dauernd. So konnte ein Stamm, der einmal seine Pathogenität verloren hatte, nie mehr in den virulenten Zustand zurückversetzt werden. Diese Befunde machen es wahrscheinlich, daß tatsächlich die bei Rekouvaleszenten auftretenden Pseudodiphtheriebazillen Abkömmlinge von echten Diphtherieerregern sind, und daß beide Formen systematisch zusammengehören.

P. Stark, Leipzig.

Astronomische Mitteilungen.

A spectroscopic method of determining stellar parallaxes and Application of a spectroscopic method of determining stellar distances to stars of measured parallax, von Walther S. Adams. Communications to the National Academy of Sciences Nr. 24, 25. Das in der Stellarastronomie so außerordentlich wichtige Parallaxenproblem und noch manche andere Frage astronomischer und physikalischer Natur können durch die Ergebnisse dieser Untersuchungen von Adams auf dem Mount Wilson Solar Observatory eine neue Belebung erhoffen. Ihr wesentlicher Inhalt ist folgender:

Es ist schon seit langem bekannt, daß Sterne gleichen Spektralcharakters von sehr verschiedener Absolut-helligkeit sein können. Ein typischer Fall sind α Tauri und 61 Cygni. Die scheinbare Helligkeit des ersten ist 1^m1, die des zweiten 5^m6, die Parallaxe des ersten beträgt aber nur 0,07, des zweiten dagegen 0,31 Würde man also α Tauri und 61 Cygni sich in die gleiche Entfernung versetzt denken, die einem Werte der Parallaxe von 0,1 entspräche (die scheinbare Größe eines Sternes in dieser Einheitsdistanz nennt man seine absolute Größe), so wäre α Tauri von der Größe 0,4 und 61 Cygni nur 8,0. Das heißt soviel als: die Leuchtkraft von α Tauri ist ungefähr 1100-mal so groß als die von 61 Cygni. Beide haben das Spektrum K₅. Man wird vermuten, daß α Tauri ein viel gewaltigerer Körper ist als 61 Cygni und daß infolgedessen diejenigen Linien in beider Spektren, welche von den physikalischen Bedingungen der Lichtemission stark beeinflußt werden, in beiden Spektren systematische Unterschiede aufweisen werden. In der Tat zeigt sich bei zwei Linien in ihrem Spektrum ein solcher Unterschied besonders auffällig. Die Calciumlinie 4455 Å ist bei 61 Cygni stark, dagegen bei α Tauri schwach ausgeprägt. Diese Linie zeigt auch in den Sonnenflecken ein besonderes Verhalten und wächst an Intensität mit Abnahme der Temperatur. Andererseits ist die Strontiumlinie 4216 Å eine bei den hohen Temperaturen im Funkspektrum stark ausgeprägte Linie und ist auch im Spektrum von α Tauri kräftig, dagegen im Spektrum von 61 Cygni schwach entwickelt. Außer solchen Linien treten wiederum andere auf, die offenbar unempfindlich gegenüber den äußeren Bedingungen bei der Lichtemission sind, da sie bei solchen Sternpaaren wie α Tauri und 61 Cygni keine Intensitätsunterschiede zeigen.

Adams hat darum versucht, aus dem systematischen Verhalten der beiden Linien Ca 4455 und Sr 4216 Kriterien für die absolute Helligkeit der Sterne im Bereiche der späten Spektralklassen von F₀ bis M (es sind dies die Sterne mit scharf ausgeprägten Metalllinien bis zu denen mit Oxydbanden, d. h. die gelben und roten Sterne) abzuleiten. Und zwar vergleicht er die Intensitäten folgender drei Linienpaare:

- a) 4216 Sr mit 4250 Fe,
- b) 4455 Ca „ 4462 Fe, Mn,
- c) 4455 Ca „ 4495 Fe.

Die gemessenen Unterschiede Δ trägt er sodann für eine größere Zahl von Sternen, bei denen gute Parallaxenbestimmungen vorliegen, so daß ihre absoluten Größen berechnet werden können, als Ordinaten zu den absoluten Größen M als Abszissen auf und findet innerhalb der Spektraltypen von F bis K eine lineare Beziehung. Für die Linienpaare b) und c) ist schon für K₅ bis M die Beziehung keine lineare mehr. Eine Ausgleichung aus etwa 60 Sternen liefert die Koeffizienten der linearen Beziehungen

$$M = \alpha \cdot \Delta + \beta;$$

und zwar wurde die Ausgleichung getrennt für fünf Spektralgruppen:

$$F_0-F_6, F_7-G_7, G_8-K_4, K_5-K_9, M$$

durchgeführt. Mit Hilfe dieser Relationen und der Gleichung:

$$M = m + 5 + 5 \log \pi,$$

welche die Parallaxe π aus der absoluten Helligkeit M (in Größenklassen) und der scheinbaren Größe m zu berechnen gestattet, wurden sodann für weitere etwa 60 Sterne aus den gemessenen Intensitätsunterschieden Δ der Linienpaare die Parallaxen berechnet und mit den durch andere Beobachtungsmethoden gemessenen verglichen. Die Übereinstimmung ist bis auf einige noch nicht aufgeklärte Fälle eine überraschend gute. Es seien nur einige Fälle hier wiedergegeben:

	Größe	Sp.	Parallaxe	
			berechnet	beobachtet
α Can. min. .	0,5	F ₃	+ 0,36	+ 0,32
10 Urs. maj. .	4,1	F ₆	0,11	0,09
10 Tauri . . .	4,4	F ₈	0,07	0,07
χ Herculis .	4,6	F ₈	0,09	0,10
ϵ Eridani . .	3,8	K ₃	0,27	0,31
δ Eridani . .	3,7	G ₉	0,05	0,19 ¹⁾
γ Cephei . .	3,4	K ₂	0,03	0,07
Pi 14. h 212 .	5,8	K ₆	0,19	0,17
W.B. 16. h 906	9,1	M _b	0,21	0,27

Diese Methode liefert also einen einfachen Weg, um unmittelbar aus dem Spektrum eines Sterns seine Parallaxe ableiten zu können; es wäre ein ganz gewaltiger Fortschritt, wenn sich diese Methode quantitativ streng begründen und auf alle Spektralklassen ausdehnen ließe, denn sie befreit uns von dem Zwang, uns eine genügend breite Basis zur Entfernungsmessung bei den Sternen zu schaffen, was bei den riesenhaften Entfernungen, um die es sich hierbei handelt, außerordentliche Schwierigkeiten bereitet. Sie macht allerdings dafür den Umweg über die absolute Größe der Sterne und läßt vorerst noch die Frage offen, welche physikalische Bewandnis es mit diesen Intensitätsunterschieden bei den verschiedenen Sternen hat. Diese Frage ist schon an und für sich sehr wichtig und die Möglichkeit, die absolute Größe der Sterne aus ihren Spektren zu bestimmen, auch für andere Probleme als das Parallaxenproblem von höchstem Interesse.

¹⁾ einzige große Abweichung.

Über die Dynamik der Sternhaufen. Eine ganze Reihe von Arbeiten verschiedener Astronomen, die allgemeines Interesse beanspruchen können, befassen sich mit der Massenverteilung in den kugelförmigen Sternhaufen und der Frage der Anwendbarkeit der Gesetze der kinetischen Gastheorie auf die Dynamik der Sternhaufen. Über dieses Problem wird zurzeit in England und den nordischen Ländern von den Astronomen *Eddington*, *J Jeans*, *Plummer*, *Strömgren*, *v. Zeipel* eifrig gearbeitet.

Von jeher war der Anreiz vorhanden, auf die Erscheinungen im Sternuniversum die Gesetze der kinetischen Gastheorie anzuwenden, da man leicht versucht ist, die Vorgänge in einer Sternwolke nur als Vergrößerung entsprechender Vorgänge in einer Gasmasse anzusehen. Auf die Zustände in der Gesamtheit der Sterne der *Milchstraße* haben jedoch diese Gedanken kein Licht zu werfen vermocht, da die Art der festgestellten Sternströme und die ganz außerordentlich geringe Dichte dieses „Stern-gases“ neue Verhältnisse schaffen, die in der kinetischen Gastheorie nicht angetroffen werden, zumal außerdem noch das Sternuniversum einen stationären Zustand anscheinend noch nicht erreicht hat. Anders liegen die Dinge bei den *kugelförmigen Sternhaufen*. Ihre Gestalt deutet darauf hin, daß Sternströme in ihnen auf die Struktur keinen wesentlichen Einfluß ausüben, denn die kugelförmige Anordnung der Sterne ist die notwendige Bedingung für stabile Verhältnisse, wenn keine Sternströme vorhanden sind, andernfalls sind auch Gleichgewichtsfiguren wie z. B. der Saturnsring möglich (*J Jeans*, Month. Not. 76). Ferner ist in solchen Sternhaufen wohl sicherlich das Verhältnis der Abstände der einzelnen Sterne voneinander zur Gesamtausdehnung des Haufens von anderer Größenordnung als die entsprechenden Werte in der *Milchstraße*, so daß, falls ausgesprochene Sternströme anfangs vorhanden waren, dieselben infolge der Zusammenstöße bald abgeklungen sein werden.

Die Untersuchungen von *Plummer* und *v. Zeipel* haben nun das überraschende Resultat gezeitigt, daß die Massenverteilung in den verschiedenen kugelförmigen Sternhaufen der gleichen Gesetzmäßigkeit folgt, und zwar derjenigen einer Gasmasse im adiabatischen Gleichgewichtszustande, wenn als Verhältnis der spezifischen Wärmen $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ der Wert 1,2 gesetzt wird. Dieser Wert von γ wird in der Tat von den verschiedenen Sternhaufen innerhalb enger Grenzen gewahrt. Nur im Zentrum und an der Peripherie der Haufen offenbaren sich merkliche Abweichungen von dieser, durch die Formel

$$\rho = (c^2 + r^2)^{-5/2}$$

(ρ = Massendichte, r = Entfernung vom Zentrum) wiedergegebenen Verteilung.

In der kinetischen Gastheorie spielt diese Formel eine wichtige Rolle; sie gibt die Dichteverteilung in einer Gaskugel von endlicher Gesamtmasse aber unendlicher Ausdehnung wieder. Die Theorie gibt außerdem die Mittel an die Hand, aus der zentralen Dichte die Gesamtmasse abzuleiten. Die Abzählungen in den kugelförmigen Sternhaufen liefern also, außer der Dichteverteilung als Funktion des Abstandes vom Mittelpunkt, in der Gesamtzahl der Sterne, die nachweislich zum Haufen gehören, ein Maß für die Gesamtmasse des betrachteten Gebildes. Dabei werden alle

Sterne als gleich groß vorausgesetzt, was zulässig erscheint, insofern die Dichteverteilung für die verschieden hellen Mitglieder des Sternhaufens nicht verschieden ausfällt. Für die *Gesamtzahl* der Sterne im Haufen N. G. C. 362 liefern z. B. die Abzählungen $N_\infty = 1058$, die Theorie dagegen $N_\infty = 1015$ und für den Sternhaufen N. G. C. 5986 $N_\infty = 460$ gegen 431 der Theorie. Nicht minder gut ist die Darstellung des Dichteverlaufs innerhalb des Haufens durch die obige Formel.

Dieser Tatsache gegenüber kann man nun zwei verschiedene Standpunkte einnehmen. Entweder man faßt die gute Darstellung der Massenverteilung in den kugelförmigen Sternhaufen durch die Formel der Gastheorie als Beleg dafür auf, daß es in der Tat einen Sinn hat, diese Gesetze auch auf solche Gebilde auszudehnen. Dann muß man konsequenterweise der

Größe $\gamma = 1 + \frac{1}{n}$ ($n = 5$), dem Verhältnis der spezifischen Wärmen, eine physikalische Bedeutung auch innerhalb dieser Gebilde zusprechen können. Oder aber, was mir auch das Richtigste scheint, man faßt den obigen Umstand als einen Fall auf, wie solche öfters in den theoretischen Naturwissenschaften sich finden, daß nämlich die gleiche mathematische Theorie verschiedene Anwendungen zuläßt, wobei die in den Formeln auftretenden Größen Träger verschiedener physikalischer Dinge sind. Diesen letzten Standpunkt vertritt in erster Linie *Eddington* (Month. Not. 76, 1916) und er hat die ersten Schritte getan, um Klarheit in die hier vorliegenden Zusammenhänge zu bringen. Den ersten Standpunkt vertreten *Plummer* und *v. Zeipel* (Month. Not. 7176).

In der Tat könnte man versucht sein, die Größe $\gamma = 1 + \frac{1}{n}$ ($n = 5$) als das Verhältnis der spezifischen Wärmen in der Gaskugel aufzufassen, aus welcher der Sternhaufen entstanden ist, falls überhaupt eine Gaskugel die Ausgangsstufe dieser Gebilde ist. Es ist aber unmöglich, sich vorzustellen, daß die Massenverteilung von der Gaskugel bis zum Sternhaufen unverändert durch die ganze Entwicklung hindurch geblieben sein sollte, da sich ja die Sterne nicht plötzlich auskristallisiert haben können. Näher liegt es schon, dem einzelnen Stern die Eigenschaften eines Gasmoleküls zu verleihen. Dann gerät man aber in große Schwierigkeiten, will man das Auftreten eines adiabatischen Gleichgewichtszustandes deuten und dem einzelnen „Sternmolekül“ diejenigen Freiheitsgrade erteilen, daß ein Verhältnis der spezifischen Wärmen $\gamma = 1.2$ resultiert. Dem Werte $\gamma = 1 + \frac{1}{n}$ ($n = 5$) muß vielmehr eine allgemeinere Bedeutung zukommen, als ihm die kinetische Gastheorie erteilt. Dafür spricht in der Tat der Umstand, daß der Wert $n = 5$ der Grenzwert ist, für welchen bei *unendlicher* Ausdehnung der Gaskugel noch ein *endlicher* Betrag für die Gesamtmasse möglich ist. Es hat demnach den Anschein, als strebten auch die Sternhaufen nach einem Zustande möglicher Massenzerstreuung bei endlicher Gesamtmasse. Man wird also darauf ausgehen müssen, die Dynamik solcher kugelförmigen Sternhaufen unabhängig zu entwickeln, wozu die ersten Ansätze von *Eddington*, *J Jeans* und *Strömgren* vorliegen. Erfreulich wäre es, wenn auch in Deutschland Interesse und Mitarbeit an diesen Problemen der Astronomie erwüchse.

E. Freundlich, Berlin-Neubabelsberg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

JUL 14 1919

U. S. Department of Agriculture

Heft 45.

10. November 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Leibniz in seiner Stellung zur Mathematik und Naturwissenschaft. Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Benno Erdmann, Berlin-Lichterfelde.* S. 673.

Experimentelle Beiträge zu Rudolf Arndts „biologischem Grundgesetz“. Von *Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hugo Schulz, Greifswald.* S. 675.

Die Messung des intraokulären Drucks. Von *Prof. Dr. Hj. Schiötz, Kristiania.* S. 680.

Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde. Von *Prof. Dr. Paul Niggli, Leipzig (Schluß).* S. 683.

Kleine Mitteilungen:

Der Jahresbericht des American Museum of Natural History. S. 687.



OSRAM

**Drahtfest
Mildes weisses Licht
Geringer Stromverbrauch**

The advertisement features a large, stylized 'OSRAM' logo in a light yellow color against a dark background. A light bulb is integrated into the design, with the 'S' and 'R' of the logo overlapping it. The bulb has 'OSRAM' written on it and shows the internal filament structure. Below the logo, the text 'Drahtfest', 'Mildes weisses Licht', and 'Geringer Stromverbrauch' is written in a bold, sans-serif font.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft

Von

A. Riedler

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin

Preis M. 5.—; in Leinwand gebunden M. 6.—

Aus der Einleitung:

Wenn ein Mann wie Emil Rathenau aus dem Leben scheidet, einem Leben, reich an schöpferischer Arbeit, dann soll sein Lebenswerk zusammengefaßt und so dargestellt werden, daß die wirksamen Kräfte und Hemmungen, sowie auch die Kämpfe beim Eindringen in Neuland erkennbar werden. Solche Darstellung muß zur Anschauung bringen, wie und warum das Werk des Mannes groß geworden; sie muß die ihm eigentümlichen Fähigkeiten in ihrer Betätigung zeigen und dabei bis an die Grenze gehen, wo das Unnachahmliche beginnt.

Der Organismus seiner Tätigkeit muß aufgedeckt werden, dann wird auch dem Wertvollsten, der Persönlichkeit die gebührende Ehrung zuteil.

Die Darstellung des Lebenswerkes Rathenaus soll kein Nachruf, keine Festschrift sein; kein Idealbild ist zu zeichnen, sondern ein lebensstreuendes. Nur die technischen und wirtschaftlichen Leistungen und ihre Folgen sind im angegebenen Sinne zu kennzeichnen, streng sachlich, ohne jede Ausschmückung, und erst am Schluß mag eine zusammenfassende Würdigung der Persönlichkeit folgen.

Nicht die Aufzählung von Erfolgen, sondern die Aufdeckung des inneren Zusammenhangs der technischen und wirtschaftlichen Umgestaltungen ist das Ziel, das aber mitten hineinführt in die ungeheure Umwälzung aller Schaffensverhältnisse seit den achtziger Jahren. Durch den unerläßlichen Vergleich mit früheren Zuständen und herrschenden Anschauungen entsteht ungewollt ein Beitrag zur Geschichte der Technik und Wirtschaft, zur Geschichte unserer Zeit.

Inhaltsverzeichnis:

Ziel und Begrenzung

Selbstbiographie

Alte Zeiten und neue Richtungen

Leistungen des alten Maschinenbaus
Persönliche Eindrücke
Glühlicht und Kraftwerke
Gegensätze zu Siemens
Verträge mit Siemens

Energiewirtschaft und Massenfabrikationen

Stromspannung und Fernleitungen
Elektromotorbetriebe
Fabrikation

Frühere Verhältnisse und Anschauungen der Technik

Kraftübertragung
Schaffensbedingungen. Praxis, Theorie, und Wissenschaft
Hochschulen und Ingenieure
Patentwesen, Entdeckungen und Erfindungen

Großbetrieb

Großfabrikation
Großkraftversorgung
Ingenieurarbeit
Standort der Großfabrikation

Großwirtschaft

Alte und neue Wirtschaft
Geschäftspolitik
Finanzpolitik
Verkennung der Großwirtschaft

Persönliches

Familien- und fachliche Beziehungen
Vorläufer
Die Persönlichkeit Rathenaus

Anhang: Kommendes und Vergangenes

Großwirtschaft
Schulung
Zersplitterung
Geschichte der Technik

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

10. November 1916.

Heft 45.

Leibniz in seiner Stellung zur Mathematik und Naturwissenschaft.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Benno Erdmann,
Berlin-Lichterfelde.

Unter den Philosophen, deren die Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften rühmend zu gedenken hat, den *Pythagoreern*, *Platon*, *Descartes*, *Pascal*, *Kant*, *Lotze*, *Fechner*, *Spencer*, gebührt *Leibniz* ohne Zweifel der erste Platz. Es gehört sich, da in diese Tage sein 200. Todestag fällt, dieser Verdienste des zeitlich ersten unter den großen deutschen Philosophen auch an dieser Stelle zu gedenken.

Hätten die Affekte des unseligen Völkerrings nicht auch die Geister der Wissenschaft verwirrt, so würde jedes sachkundige Gedenken an das, was die Menschheit *Leibniz* schuldig geworden ist, bei allen Völkern, die an der Entwicklung der geistigen Kultur beteiligt sind, vollen Widerhall finden.

Wenn auch von Geburt ein Deutscher (ähnlich wie *Nietzsche* mit slawischem Bluteinsatz) und deutsch in allem Wesentlichen seines Geistes und seines Wirkens, haben doch früh internationale scholastische, späterhin französische, niederländische und englische Einflüsse bedeutsam zu *Leibniz'* Entwicklung beigetragen; und noch in den letzten Jahren seines Lebens hat er sich gelegentlich bemüht, den Keimen westeuropäischer Wissenschaft eine Pflanzstätte in Rußland zu verschaffen. Mehr noch. Ist er in allen den erstaunlich vielgestaltigen Verzweigungen seines Sinns und Schaffens ein Deutscher geblieben, so war er doch zugleich ein Geist von einzigartiger Universalität, vielleicht der größte Polyhistor aller Zeiten, und dabei nicht weniger als *Aristoteles* ein selbständiger Denker ersten Ranges. So ist er, mehr noch als *Locke*, der Urheber und erste Repräsentant der „Aufklärung“ in allem dem, was in ihr internationalen und interkonfessionellen Gepräges war.

Unerhört früh entwickelt in seiner gesamten geistigen Reife war er dies insbesondere in seinem philosophischen, vorzugsweise logisch-metaphysisch gerichteten, und in seinem mathematischen, nicht geometrisch, sondern nach Art des Analytikers orientierten Denken.

Schon in dem Knaben, der eben die Elemente der scholastischen Logik kennen gelernt hatte, entfaltete sich, anscheinend selbständig, die Idee, daß es möglich sein müsse, eine *Kombinatorik* zu finden, die alles Wissen in festbegrenzten Symbolen nach Art der algebraischen ordnen und alle Fortschritte des Wissens auf kombinato-

rischem Wege bestimmen lasse. Diese Idee hat die reiche methodologische Abhandlung des Zwanzigjährigen (1666) hervorgerufen; sie hat *Leibniz*, wie zahlreiche, meist noch unveröffentlichte Bruchstücke seines schier unerschöpflichen Nachlasses bekunden, in der Fassung einer *spécieuse générale* zeitlebens beschäftigt. So seltsam der Gedanke auf den ersten Blick anmutet, so wird doch leicht deutlich, daß es sich bei ihm um den immer aufs neue anreizenden Traum einer allgemeinen rationalistischen Methodenlehre handelt. Wir finden die Idee, wenn auch in grober, geometrischer Symbolik, schon in der Zeit der Hochscholastik bei *Raimundus Lullus*, in phantastischen und zugleich mechanisierten Formen bei *Giordano Bruno*, ungleich klarer empiristisch begründet in *Hobbes'* Deutung des Denkens als Rechnen, noch tiefer rationalistisch gefaßt in dem mos geometricus bei *Descartes* und *Spinoza*, verhüllt in der philosophical language des Bischof *Wilkins* (1668). Unter dem Miteinfluß *Leibniz'scher* Gedanken wird er im 18. Jahrhundert insbesondere von *Ploucquet* weiterentwickelt. In der Folgezeit tritt er bei dem Philosophen *W. Hamilton* und dessen Schülern zutage, bedeutsamer in den mannigfachen Versuchen einer mathematisierenden Logik seit *G. Boole*, *Stanley Jevons*, *Peano*, *B. Russel*, *L. Couturat*, *G. Frege*, *E. Schroeder* u. a. In neuer Wendung zeigt er sich in den fruchtlosen Versuchen einer allgemeinen Methodenlehre nach dem Vorbild der Naturwissenschaften, wie sie insbesondere der jetzt entschlafene moderne Monismus erstrebt hat. Selbst in all den Ansätzen zu einer Universalsprache von durchschnittlich fünfjähriger Lebensdauer ist er zu erkennen. Die *ars combinatoria* ist jedoch trotz der tiefsinnigen Erörterungen, die durch *Peano* und *Russel* auf ihrer Grundlage möglich geworden sind, nur eine schließlich wenig belangvolle Nebenerscheinung für *Leibniz's* Bedeutung auf den Gebieten der Mathematik und der, wie wir jetzt sagen würden, theoretischen Physik (die experimentelle Physik lag seinem deduktiven Denken fern).

Deutschland war damals nicht das Land, *Leibniz's* geniale mathematische Begabung zu voller Entfaltung zu bringen, am wenigsten seine Vaterstadt Leipzig; auch nicht Jena, das ihn für kurze Zeit unter den anregenden Einfluß von *Valentin Weigel* brachte. Immerhin fand er, anscheinend unter *Weigel's* Einfluß, seit 1663 den Weg, der von der Scholastik zu den mathematisch fundierten Naturdeutungen von *Descartes* und *Hobbes* sowie zur Atomistik führte, die seit dem Beginn des Jahrhunderts von verschiedenen Sei-

ten aus, insbesondere von der Medizin her, aufgetaucht war. Noch steckte er ganz in Versuchsversuchen zwischen jenem Alten und diesem Neuen, als er mit unerhörter Schnelligkeit während seines Pariser Aufenthaltes (1772—1776) und eines kürzeren Abstechers nach London, angeregt besonders durch *Huygens*, in den neuen Geist der Mathematik seiner Zeit eindrang. In diesen Jahren wurde er, wie in unserer Zeit von geometrischer Intuition aus der junge *Helmholtz*, als Autodidakt zum Mathematiker und Physiker ersten Ranges.

Die reife Frucht dieser erstaunlichen Entwicklung ist Leibnizens Grundlegung der *Infinitesimalrechnung* in glücklicher, der *Newtons* überlegener Formulierung. Es tut seinem Verdienst keinen Abbruch, daß *Newton* schon 1665, rund zehn Jahre vor *Leibniz*, im Besitz seiner Fluxionsarithmetik war. *Leibniz* hat, wie nach allen Verhandlungen über das unbillige Verdikt der Royal Society, insbesondere der eingehenden Darstellung *G. Cantors*, keinem Zweifel mehr unterliegt, seine Entdeckung auf eigenem Wege gemacht. Sie war für ihn wie für *Newton* durch den mathematischen Wissensstand der Zeit ähnlich so vorbereitet, wie in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Auffindung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft und wenig später die Mengenlehre. Hat doch ein glücklicher neuerer Fund bekanntlich gezeigt, daß die ersten Anfänge der Analysis des Unendlichen bis auf *Archimedes* zurückreichen.

Es sind zahlreiche grundlegende, noch bei weitem nicht erschöpfte Leistungen, die in den sieben Bänden von *Gerhardts* Ausgabe der mathematischen Schriften Leibnizens allgemein zugänglich gemacht sind. *H. Graßmann*, *Gerhardt*, *Axel Harnack*, *G. Cantor*, *Kowalewski* und andere haben davon mannigfaltige Kunde gegeben.

Untrennbar sind diese mathematischen Errungenschaften mit Leibnizens physikalischen Entdeckungen verbunden. Um nur das Bedeutsamste hervorzuheben, sei an die anerkannte Stellung erinnert, die *Leibniz* in der *Geschichte des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft* einnimmt. In den Voraussetzungen seiner an *Galileis* experimentelle Untersuchungen anknüpfenden Formulierung der Erhaltung der lebendigen Kraft hat er zuerst die kinematische Betrachtungsweise der körperlichen Vorgänge, die *Descartes* herbeigeführt und *Spinoza* festgehalten hatte, durch die kinetisch-dynamische ersetzt, die der Physik seiner Zeit entsprach. Eine ähnliche Stellung gebührt ihm, wie *Helmholtz* und *Planck* anerkannt haben, in der *Geschichte des Prinzips der kleinsten Aktion*, dessen grundlegender Charakter sich erst neuerdings herausgestellt hat.

So war er an mathematischem und theoretisch physikalischem Können ein *Galilei* und *Newton* ebenbürtiger Geist. Voll wird seine Bedeutung auf beiden Gebieten erst gewürdigt werden können, wenn die als international geplante, von der Berliner Akademie durch die hingebende Arbeit

ihres Mitarbeiters *Ritter* vor allem in großem Stil organisierte umfassende Gesamtausgabe der Briefe, Denkschriften und vielseitigen Werke von *Leibniz* vorliegen wird. Leider ist bis dahin ein langer Weg. Denn auch hier haben die verwirrenden Affekte, die der entsetzliche Völkerkampf Europas ausgelöst hat, hemmend und zerstörend eingegriffen. Liegt erst dieses ganze Material vor, so wird auch der Kampf Leibnizens und seiner Schüler gegen die von *Cotes* (*-Newton*) eingeführte, seit *Faraday* überlebte Lehre von der Fernwirkung rechte historische Würdigung finden, damit auch sein Anteil an der Entwicklung der Gravitationslehre, deren Rätsel erst durch *Einsteins* tiefgreifende Fortführung und Erweiterung der Relativitätstheorie im Prinzip lösbar scheinen.

Was allen diesen Arbeiten von *Leibniz* die Einheit gibt, ist — außer dem früh von ihm (wie vordem von *Kepler*) neu erfaßten Gedanken der Weltharmonie — das von ihm sogenannte, den Funktionsbegriff einschließende Prinzip der *Kontinuität* oder allgemeinen Ordnung, das er sich rühmt, zuerst aufgestellt zu haben. In kürzester Formulierung besagt es: Einer geregelten Ordnung im Gegebenen entspricht eine geregelte Ordnung im Gesuchten (datis ordinatis etiam quaesita sunt ordinata). Deutlicher wird es in dem Satze: Wenn sich in der Reihe der gegebenen und vorausgesetzten Elemente der Unterschied zweier Fälle unbegrenzt vermindern läßt, muß er auch in den gesuchten oder abhängigen Elementen, die sich aus der ersten Reihe ergeben, unter jede beliebig kleine Größe sinken. Es gibt demnach keinen Sprung im Raum, in den Intensitätsgraden (gradibus) und in den Übergängen (transitionibus), so daß keine angebbare Veränderung momentan erfolgen kann. Daß auch hier die neuere Physik unter der Führung von *Planck* einschränkende Bedingungen festgelegt hat, ändert an der Fruchtbarkeit des Gedankens innerhalb seines Geltungsgebiets nichts. Er teilt damit nur das Schicksal der klassischen Mechanik.

Geringere Bedeutung kommt den chemischen, geologischen und biologischen Annahmen von *Leibniz* zu. Nur in der Lehre von der *Einheit der organischen Natur*, die in den letzten Jahrzehnten so überraschende Stützen gewonnen hat, sowie den noch umstrittenen Hypothesen von der Einheit der anorganischen und organischen Natur wird sein Name dauernd Klang behalten. Für *Leibniz* war alles Wirkliche ins unendliche organisiert, und zeigte auch die Welt des Organischen nirgends einen Sprung. Der Gedanke eines Entwicklungszusammenhangs freilich war in ihm noch nicht aufgegangen. Er blieb ihm infolge seiner Annahmen über die systematische Anordnung des Weltganzen verschlossen.

Leibniz ist jedoch nicht nur der mathematisch und physikalisch wirkungsreichste unter den Philosophen gewesen. Seine *Philosophie*, das Zentrum aller seiner Gedanken, die das achtzehnte Jahrhundert bis auf *Kant* in Frankreich und Deutsch-

land mehr noch als der Empirismus *Lockes* beherrscht hat, ist der feinste Spiegel naturwissenschaftlichen und mathematischen Denkens, der jemals von einem der Auserwählten geschliffen worden ist. Das Prinzip der Kontinuität ist ihm das Prinzip der allgemeinen Ordnung des Universums überhaupt. Es ist für ihn wie von unbedingter Notwendigkeit in der Geometrie und bewährt in der Physik, so auch gesichert in der Metaphysik mit Einschluß der Psychologie. Das Universum ist nach ihm ein kontinuierlich erfüllter Inbegriff von Kraftsubstanzen, die in geregelter, prästablierter Ordnung von Ewigkeit her geschaffen sind, und damit — er hat den Sprung von der Kraft zur Seele nach hartem Ringen vollzogen — ein unendlicher Inbegriff seelenähnlicher Wesen oder Monaden, deren jede nach altüberlieferten, von ihm zu tiefst ausgeführten Gedanken ein Spiegel der Welt ist. So tritt bei *Leibniz* an die Stelle der von *Descartes* vorbereiteten, von *Spinoza* klassisch durchgeführten Hypothese des Parallelismus der Körper- und Geisteswelt die Annahme, daß jene Welt eine durch diese wohlfundierte Erscheinungsreihe biete. Dadurch vertieft er den seinem ganzen Charakter entsprechenden Versuch, den neuen Mechanismus der Weltauffassung mit der alten Teleologie zu versöhnen. Die Kontinuität der erscheinenden Körperwelt bleibt durchweg erhalten: „Un mouvement ne peut venir naturellement que d'un mouvement.“ Alles geschieht, so erklärt er, in dem vielgestaltigen Besonderen der Körperwelt, als ob die schlechte Lehre derjenigen wahr sei, die mit *Epikur* und *Hobbes* die Seele für materiell halten und glauben, daß der Mensch nichts als ein körperliches Wesen, ein Automat sei. Er stellt sich demgemäß in scharfen Gegensatz wie gegen den Materialismus jeder Art, so auch gegen den empiristischen Positivismus. Denn dieser will den Begriff der Kraft und mit ihm den der Eigenart des Seelischen nicht nur aus dem Zusammenhang der naturwissenschaftlichen Formulierungen, in denen er entbehrlich ist, sondern auch aus dem Zusammenhang unseres Denkens überhaupt, der seiner nicht entraten kann, entfernt wissen.

Wie durchgreifend die eben skizzierte mathematisch-physikalische Ausgestaltung von *Leibnizens* Philosophie ist, hat vom Standpunkt der modernen rationalistischen Kantdeutung aus *E. Cassirer* in einem wohlverwogenen Werke gezeigt; in kurzer Zusammenfassung habe ich es von anderen Gesichtspunkten aus in Gedächtnisworten der Leibnizsitzung der Berliner Akademie d. J. (auch in der Deutschen Rundschau vom 1. August) darzulegen versucht. Was jene Ausgestaltung mittelbar der Naturforschung geleistet hat, weiß jeder, der die Entwicklung der französischen und deutschen Mathematik im 18. Jahrhundert sowie die naturwissenschaftlichen Einwirkungen der Kantschen Philosophie und die Geschichte der deutschen Mathematik und Naturforschung seit dem zweiten Drittel des vorigen

Jahrhunderts mit kundigem Blick zu verfolgen vermag.

Uns aber möge der Rückblick auf die Gesamtleistung des großen Denkers und seiner Entwicklungsbedingungen noch ein anderes lehren: Freibleiben und, wo es nottut, uns wieder frei machen von dem Wahn, daß die Wissenschaft, trotz aller ihrer Gegensätze, das beste Verständigungsmittel der Menschen, sich jemals national absperrern dürfe. Ihre Einheit und die recht begrenzte Allgemeingültigkeit ihrer Ergebnisse verbürgt, daß sie bei aller so berechtigten wie begreiflichen nationalen Färbung ihr internationales Gepräge nie verlieren kann.

Experimentelle Beiträge zu Rudolf Arndts „biologischem Grundgesetz“.

Von Geh.-Rat Prof. Dr. Hugo Schulz, Greifswald.

In seiner im Jahre 1885 erschienenen Monographie: „Die Neurasthenie“ hat der im Jahre 1900 verstorbene Greifswalder Psychiater *Rudolf Arndt* zuerst sein „*Biologisches Grundgesetz*“ ausgesprochen. Auf Seite 32 der Monographie sagt er: „Zu den wesentlichsten Eigenschaften des Protoplasmas gehört seine Reizbarkeit, die sich in größerer oder geringerer Beweglichkeit, wenn auch nur seiner kleinsten Bestandteile untereinander, zu erkennen gibt. Und in bezug auf diese gilt nun durchaus: *Schwache Reize fachen sie an, mittelstarke beschleunigen sie, starke hemmen und stärkste heben sie auf.*“

Diesen Satz hat *Arndt* dann später in seinen, im Jahre 1892 erschienenen „*Biologischen Studien*“ noch mit einem Zusatze versehen, der nicht unbeachtet bleiben darf. Im Anschluß an seinen Lehrsatz sagt er auf Seite 75 des ersten Bandes: *Aber individuell ist, was sich als einen schwachen, einen mittelstarken oder sogenannten stärksten Reiz wirksam zeigt.*

Das von *Arndt* aufgestellte Gesetz hat in der Folgezeit eine weitere Anerkennung nur in sehr geringfügiger Ausdehnung gefunden. Den meisten ist es wohl ganz unbekannt und fremd geblieben. Und doch faßt *Arndt* in seinem Gesetz als erster eine der bedeutsamsten Erscheinungen des Lebens in ihren zahllosen Einzelheiten zusammen: die Art und Weise der Reaktion sämtlicher Lebewesen auf diese irgendwie beeinflussende Reize!

Bereits im Jahre 1887 habe ich auf die fundamentale Bedeutung des *Arndtschen* Gesetzes für die Lehre von der Arzneiwirkung hingewiesen und später, im Jahre 1898, noch einmal in eingehender Weise diese Bedeutung klargestellt¹⁾. In der Tat

¹⁾ Zur Lehre von der Arzneiwirkung. *Virchows Archiv für patholog. Anatomie* Bd. 108. *Pharmakotherapie* in *Eulenburg u. Samuel*, Handb. der allg. Therapie, Bd. I.

läßt sich jede, von vornherein auch noch so abwegig erscheinende Arzneiwirkung völlig erklären, wenn man der Erklärung selbst das Arndtsche Gesetz zugrunde legt. Auf die Gründe einzugehen, die sowohl dem Arndtschen Gesetze wie auch meinen Arbeiten das Placet der Fachgenossen verweigert haben, gehört nicht hierher. Wer aber den Versuch unternehmen will, die Erscheinungen, wie sie uns im Verhalten der Lebewesen, pflanzlicher und tierischer Art ohne Ausnahme, alltäglich entgegentreten, vom Standpunkte des biologischen Grundgesetzes aus zu durchdenken, wird überall die Richtigkeit des Arndtschen Gesetzes anerkennen müssen. Ich gehe nicht zu weit, wenn ich die Behauptung aufstelle, daß das Arndtsche Gesetz für die Erklärung des Verhaltens aller Lebewesen unter dem Einflusse von Reizen irgendwelcher Art genau dieselbe Bedeutung besitzt, wie Robert Mayers Satz: „Die Energie der Welt ist konstant“ für die Daseinsäußerungen der unbelebten Materie.

Tatsächliche Belege für die Richtigkeit und die Bedeutung des Arndtschen Gesetzes lassen sich in solcher Menge und Zahl beibringen, daß sie die Geduld auch des ausdauerndsten Lesers erschöpfen würden. Sie begegnen uns überall. Mit am meisten bekannt, wenn auch ohne bisher zur Anerkennung des Gesetzes geführt zu haben, ist die scheinbar auffallende Art und Weise, wie sich keimende Pflanzen unter dem Einflusse bestimmter, in der Art gleichbleibender, aber in ihrer Intensität wechselnder Reize verhalten. Bekannt ist, wie unter gewöhnlichen Bedingungen geradezu als schädlich für die Entwicklung der Pflanze anzusehende Einflüsse diese deutlich zu fördern imstande sind, wenn ihre Intensität nur genügend herabgemindert wird. Mit anderen Worten: Wenn an Stelle des starken oder stärksten Reizes der schwächere, im übrigen aber gleichartige Reiz zur Wirkung gebracht wird. Angeregt durch Arndts Gesetz habe ich im Jahre 1888¹⁾ zuerst versucht, dasselbe experimentell auf seine Richtigkeit hin zu prüfen.

Die Tatsache, daß Sublimat ein starkes Gift für niedrige Lebewesen darstellt, bezweifelt niemand. Daß zu diesen Lebewesen auch die Hefezelle gehört, steht ebenso einwandfrei fest. Wenn es demnach gelingt, in einer Zuckerlösung, die 1 % oder auch nur $\frac{1}{10}$ % Zusatz von Sublimat erhalten hat, die Lebensfähigkeit der Hefezellen zu vernichten, so muß der Sublimat, in dieser Menge auf die Hefezellen einwirkend, als ein „stärkster Reiz“ nach Arndts Anschauung aufgefaßt werden. Mithin muß derselbe Sublimat fördernd auf das Leben der Hefe einwirken, wenn seine Konzentration genügend herabgemindert wird, der „stärkste“ Reiz also in einen „schwachen“ umgewandelt wird. Allerdings war auch schon lange vor der Zeit, in der ich meine Versuche vor-

nahm, hinlänglich bekannt, daß man die Hefegärung intensiver gestalten könne, wenn man spurweise solche Substanzen zusetzte, die in größerer Menge vorhanden, denselben Prozeß einschränken oder gar ganz aufheben können. Es handelte sich dabei aber doch nur um einen Erfahrungssatz. Daß diesem ein Gesetz zugrunde lag, daß es kommen mußte, wie es kam, daran war nicht gedacht worden. Ich habe also eine Reihe von Stoffen, deren Schädlichkeit für das Leben der Hefezelle allgemein bekannt war, in der Weise durchgeprüft, daß ich sie in stetig abnehmender Konzentration der Zuckerlösung zufügte, die der Hefe als Nährboden dienen sollte. So gelangte ich denn zu folgendem Resultat:

Die stärkste Anbildung von Kohlensäure, diese als Maßstab für die Lebensintensität der Hefezellen betrachtet, gegenüber demselben Vorgange in einer reinen Zuckerlösung und innerhalb derselben Zeit erhielt ich bei folgenden Konzentrationen:

Sublimat:	1:700 000
Jod:	1:600 000
Brom:	1:400 000
Arsenik:	1: 40 000
Chromsäure:	1: 6 000
Ameisensäure:	1: 10 000
Salicylsäure:	1: 4 000

Es ist selbstverständlich, daß diesen Zahlen nur ein relativer, kein absoluter Wert zugrunde liegt. Sie gelten eben nur für diejenige Hefe, die gerade zu jedem einzelnen Versuch in Ansatz kam. Aber sie zeigen mit zwingender Deutlichkeit, wie der schwache Reiz anregend auf die Lebenstätigkeit der Zellen eingewirkt hat. Von anderer Seite haben meine Versuche, die ich übrigens speziell für den Sublimat mit demselben Ergebnis vor einigen Jahren nach einer gegenüber der ersten verbesserten Methode nochmals vorgenommen habe, ihre Bestätigung gefunden, allerdings nur als Tatsache, ohne Berücksichtigung des biologischen Grundgesetzes.

Im Jahre 1913¹⁾ habe ich dann eine neue Reihe von Untersuchungen angestellt, die auf einem ganz anderen Wege eine experimentelle Bestätigung für das biologische Gesetz erbringen sollten.

Der in den Zitwersamen enthaltene, wirksame Stoff, das *Santonin*, hat die Eigenart, beim Menschen nach seiner Aufnahme Gelbsehen hervorzurufen. Dieselbe Eigenschaft wohnt der aus dem *Santonin* hervorgehenden *Santonsäure* und ihren Salzen inne. Wenn man ein halbes Gramm santonsauren Natrons eingenommen hat, so entwickelt sich nach einiger Zeit die Erscheinung, daß man alle Gegenstände der Außenwelt, sofern sie weiß oder hellgrau gefärbt sind, gelb sieht. Anders gefärbte Gegenstände erscheinen in der mehr oder weniger deutlich ausgesprochenen

¹⁾ Über Hefegifte. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. 42.

¹⁾ Pflügers Archiv Bd. 152 u. folgende.

Mischfarbe mit Gelb. Es muß demnach auf den ersten Eindruck hin das Santonin oder seine Säure die Fähigkeit besitzen, die Gelb empfindenden Bestandteile des Sehorgans anregen zu können. Nun liegen aber in der Literatur wiederholt Angaben vor darüber, daß bei aufmerksamen Beobachtern ganz zu Anfang der Santoninwirkung Violettsehen bestanden hat, das allerdings bald in das bekannte Gelbsehen umschlug. Das Santonin und seine Säure werden nur langsam nach ihrer Aufnahme in den Körper resorbiert. Die zuerst in den Kreislauf gelangenden Mengen können demnach nur niedrige sein. Ist das biologische Grundgesetz richtig, so muß also nach Aufnahme von Santonin oder santonsaurem Natron zunächst die Empfindlichkeit für Violett zunehmen. Dementsprechend aber muß dessen Kontrastfarbe: Gelb, sich umgekehrt verhalten. Und erst, wenn nach längerem Einwirken des Santonpräparates die Empfindlichkeit für Violett stark herabgesetzt ist, darf das Gelbsehen eintreten. Unter Zugrundelegung von Arndts Gesetz muß also folgender Vorgang sich abspielen: Sehr geringe Mengen santonsauren Natrons müssen auf die Violett empfindenden Teile des Sehorganes als schwacher Reiz, mithin anregend wirken und umgekehrt die Empfindlichkeit für die Kontrastfarbe Gelb herabsetzen. Ist genügend santonsaures Natron resorbiert, so muß dies auf die Violett empfindenden Teile des Sehorganes als starker, also lähmender Reiz wirken und ebenso wieder, im umgekehrten Sinne, die Empfindung für die Kontrastfarbe beeinflussen.

In Gemeinschaft mit mehreren jüngeren Kollegen habe ich zu wiederholten Malen festzustellen versucht, ob die eben auseinandergesetzte Voraussetzung berechtigt sei oder nicht. Die Versuche selbst gestalteten sich in folgender Weise: Unter Anwendung des von Königsberger und Autenrieth angegebenen Kolorimeters wurde festgestellt, innerhalb welcher Grenzen beim Beobachten einer stark verdünnten Lösung von Methylviolett die beiden Hälften des Gesichtsfeldes noch völlig gleich gefärbt erschienen. Je nach der Stellung der am Apparat befindlichen Skala ergibt sich eine obere und eine untere Grenze. Zwischen den beiden, diese Grenze anzeigenden Zahlenwerten liegt der ideale Nullpunkt. Dieser ist je nach der Individualität des Beobachters ebenso wechselnd, wie die Breite des völlig gleich erscheinenden Sehfeldes. Wird nun das Violettsehen irgendwie beeinträchtigt, so muß sich die Distanz zwischen den Endwerten und dem Nullpunkte ändern. Sie muß zunehmen, wenn die Unterscheidungsfähigkeit für Violett herabgesetzt wird, abnehmen, wenn diese gesteigert wird. Genau dasselbe gilt natürlich auch für den Fall, wenn statt einer Violettlösung eine Gelblösung beobachtet wird. Wir benutzten dazu eine Lösung von Kaliumdichromat in Wasser. Ich will auf die Einzelheiten unserer Versuche hier nicht ausführlicher eingehen. Sie und die

anschließenden sind alle in Pflügers Archiv, Band 152, und den folgenden veröffentlicht.

Zum Verständnis der jetzt mitzuteilenden Zahlen, als dem Endergebnis unserer Versuche, sei folgendes bemerkt: Zunächst wurde für jeden Beobachter dessen normale Unterscheidungsfähigkeit für Hell und Dunkel unter Anwendung der verschiedenen Farblösungen festgestellt. Darauf nahm jeder ein halbes Gramm santonsauren Natrons. In genau denselben Zeitintervallen wie bei der Normalbestimmung wurde dann nachgesehen, ob irgendeine Veränderung in der oben genannten Fähigkeit sich entwickelt hätte. Wir gelangten auf diese Weise zu einer längeren Reihe von Einzelwerten, die sich auf die Dauer jedes Versuches = 2 Stunden in regelmäßiger Weise verteilten. Zum Schluß wurden dann sämtliche Werte für die Normalbestimmungen addiert und aus ihnen das Mittel berechnet. Die während der Santoninwirkung erhaltenen Zahlen wurden in zwei Hälften geteilt, ebenso zusammenaddiert und aus ihnen wieder das Mittel gezogen. Wir hatten damit, unter Ausschaltung aller kleineren, durch die Individualität der Beobachter erzeugten Schwankungen zunächst ein Bild dafür, wie die Beobachtung der Farblösung unter normalen Verhältnissen sich gestaltet hatte, dann dafür, was sich ereignet hatte, so lange das Santonin erst nur spurenweise hatte wirken können und schließlich dafür, wie die gröbere Santoninwirkung zum Ausdruck kam. Mit anderen Worten: Wir stiegen von einem Reizwerte = 0 langsam auf zu einem Reiz von schwacher Intensität und von da zu einem starken Reize. Um untereinander vergleichbare Zahlen zu erhalten, wurde in jedem Falle das Mittel aus den Normalbeobachtungen = 100 gesetzt und auf dieses die anderen beiden Werte umgerechnet.

Das Ergebnis unserer Versuche zeigen die nachfolgenden Zahlen:

Violett:	100	67	174
Gelb:	100	142	108

Wie man sofort bemerken wird, besteht zwischen beiden Zahlenreihen der sehr bemerkenswerte Unterschied, daß die Werte bei Violett zunächst sinken und dann steigen, während bei Gelb das Umgekehrte der Fall ist. Wie ich schon sagte, zeigt eine Herabminderung der auf der Skala des Apparates abgelesenen Grenzwerte die Zunahme des Unterscheidungsvermögens für eine bestimmte Farbe an. Wir haben demnach bei Violett zunächst eine Steigerung der Empfindlichkeit der durch dasselbe erregbaren Bestandteile unseres Sehorganes. Dieser folgt dann unter dem Einfluß der intensiver sich gestaltenden Santoninwirkung eine starke Abnahme, wenn man so will: beginnende Lähmung, derselben Empfindlichkeit. Bei der Kontrastfarbe, dem Gelb, aber liegt das Verhältnis genau umgekehrt.

In den Handbüchern der Arzneimittellehre und der Toxikologie findet sich weiterhin die

Angabe, daß man zuweilen bei mit *Digitalis* behandelten Menschen Grünblindheit beobachtet habe. Demnach müßte die *Digitalis* in ihrer Gesamtwirkung oder aber einer ihrer Einzelbestandteile die Fähigkeit besitzen, die Empfindlichkeit für Grün im menschlichen Auge lähmend zu beeinflussen, oder, *Arndts* Worten entsprechend, sich ihr gegenüber als ein starker Reiz verhalten. Ist das richtig, so muß sich mit derselben *Digitalis* aber auch die Unterscheidungsfähigkeit für Hell und Dunkel bei Grün steigern lassen, vorausgesetzt, daß man anstatt des starken den schwachen oder mittelstarken Reiz sich betätigen, das heißt also, die *Digitalis* in genügend herabgeminderter Menge wirken läßt.

Auch die zur Lösung dieser Frage notwendigen Versuche wurden zunächst in ähnlicher Weise und mit demselben Apparate, dessen wir uns bei den Santoninversuchen bedient hatten, ausgeführt, natürlich unter Benutzung einer Grünlösung. Da die Anwendung der *Digitalis*präparate eine gewisse Vorsicht bedingt, so mußte die Dosierung von vornherein so gewählt werden, daß nur gerade deutlich eine Abnahme des Grünsehens festzustellen war. Der Umstand, daß die Aufnahme der *Digitalis*bestandteile durch den Organismus in wesentlich kürzerer Zeit sich abspielt, wie bei dem santonsauren Natron, machte es weiter notwendig, den ganzen Versuch in zwei Teile zu zerlegen. Einmal mußte die höhere *Digitalis*gabe in einer Versuchsreihe für sich durchgeprüft und dann eine neue mit stark herabgesetzter *Digitalis*dosierung ausgeführt werden. Das Ergebnis unserer Versuche gestaltete sich demgemäß so:

Nach Aufnahme von 10 Tropfen *Digitalis*tinktur:

100 246 165

nach Aufnahme von $\frac{1}{2}$ Tropfen *Digitalis*tinktur:

100 58 103

Unsere Voraussetzung wurde demnach durchaus bestätigt: nach Aufnahme der 10 Tropfen *Digitalis*tinktur eine deutliche Herabsetzung des Vermögens, Grün sehen zu können, die zum Schluß des Versuches ihr Ende noch längst nicht erreicht hat, und umgekehrt, nach Aufnahme von $\frac{1}{2}$ Tropfen erhebliche Steigerung der Grüneempfindlichkeit, die zum Schluß des Versuches dem normalen Verhalten nahezu wieder gleichkommt.

Es erhob sich nun die Frage: Wie verhält sich unter derselben Bedingung die Empfindlichkeit für die Kontrastfarbe von Grün: *Rot*? Wir konnten diese Frage zunächst nur für den Fall prüfen, daß mit der niedrigen *Digitalis*dosis von $\frac{1}{2}$ Tropfen gearbeitet wurde. Das Ergebnis unserer Versuche war:

Nach Aufnahme von $\frac{1}{2}$ Tropfen *Digitalis*tinktur:

100 148 111

also genau das umgekehrte Verhältnis wie bei dem entsprechenden Versuche mit Grün!

Hatten schon alle bisher beschriebenen Versuche in einwandfrei erscheinender Weise für den als Farbsehen anzusprechenden Lebensprozeß des menschlichen Auges unter dem Einflusse bestimmter Reizwirkungen die Richtigkeit des *Arndts*chen Gesetzes erwiesen, so glaubte ich doch in Anbetracht der Bedeutung dieser Frage die Methodik unserer Untersuchungen noch verbessern zu müssen. Das Licht, welches bei den bisherigen Versuchen in das Auge gelangte, war durch eine Farblösung von bestimmter Konzentration filtriertes, zerstreutes Tageslicht von wechselnder Stärke. Die Verdünnung der einzelnen Farbstoffe mußte ziemlich weit getrieben werden, um die nötige Empfindlichkeit des Apparates zu erhalten. Es konnten sich dabei unter dem Einflusse des Tageslichtes Veränderungen in der Farblösung während der Beobachtung herausbilden, die zu Irrtümern Veranlassung geben konnten. Außerdem war es nicht ganz leicht, in jedem einzelnen Versuche bei der weitgetriebenen Verdünnung stets absolut zahlenmäßig gleiche Konzentrationen zu erreichen. So habe ich mich denn bei den nachfolgenden Versuchen eines besonders konstruierten Apparates bedient.

Der neue Apparat stellt im wesentlichen die Verbindung eines Spektroskops mit einem Halbschatten-Polarisationsapparate dar. Nur reine Spektralfarben gelangen bei seiner Anwendung in das Auge. Die Intensität des farbigen Lichtes wird ein für allemal festgelegt und ist von den Schwankungen durch das Tageslicht völlig unabhängig. Der Halbschattenapparat gestattet es, die eine oder die andere Hälfte des Gesichtsfeldes beliebig zu verdunkeln. Eine besondere Vorrichtung ermöglicht es, daß die bei den Einzelbeobachtungen in Betracht kommenden Zahlen ausschließlich von einer zweiten Person festgestellt werden können. Der Beobachter selbst erfährt gar nicht, wie sich seine einzelnen Beobachtungen zahlenmäßig gestaltet haben. Derselbe Umstand war, um das hier noch zu erwähnen, auch bei den früheren Versuchen in passender Weise berücksichtigt worden.

Jeder dieser neuen Versuche dauerte eine Stunde. Zunächst wurden in Zwischenräumen von je 2 Minuten 5 Bestimmungen der normalen Empfindlichkeit für die zu prüfende Farbe vorgenommen. Dann wurde der Arzneistoff gegeben und dann weiter im gleichen zeitlichen Zwischenraum beobachtet. So ergaben sich im ganzen 30 Einzelbeobachtungen für jeden Versuch. Die ersten 5 lieferten die Werte für das normale Verhalten, aus den entsprechenden Werten aller Einzelbeobachtungen wurde das Mittel berechnet. Die weiter erhaltenen Zahlen wurden zu je 5, entsprechend dem Zeitraum von 10 Minuten, addiert und auch aus ihnen das Mittel gezogen. Zum Schluß wurde dann das große Normalmittel wieder gleich 100 gesetzt und darauf die übrigen 5 Werte umgerechnet. Das Ergebnis unserer Versuche unter Anwendung grünen Lichtes war:

Nach Aufnahme von 10 Tropfen Digitalis-tinktur:

100	118	129	118	102	104
-----	-----	-----	-----	-----	-----

nach Aufnahme von $\frac{1}{2}$ Tropfen Digitalis-tinktur:

100	80	69	80	97	98
-----	----	----	----	----	----

Wie man sieht, deckt sich das Ergebnis dieser Versuche durchaus mit dem, das wir unter Anwendung des Kolorimeters erhalten hatten. Nur macht das jetzt angewandte Verfahren das allmähliche An- und Absteigen der Digitaliswirkung deutlicher. In demselben Zeitraume, wo die lähmende Wirkung der größeren Digitalisgabe sich äußert, bemerken wir bei der niedrigen Dosierung die stärkste Erregung der Grünempfindlichkeit. Nach den bisherigen Ergebnissen muß das Verhalten der Kontrastfarbe unter den gleichen Bedingungen umgekehrt sich gestalten. Es muß damit gleichzeitig eine Kontrolle bieten dafür, daß die mit grünem Licht erhaltenen Werte richtig sind.

In der Tat gestaltete sich denn auch das Endergebnis für die Beobachtungen mit *rotem* Lichte so:

Nach Aufnahme von 10 Tropfen Digitalis-tinktur:

100	81	66	81	93	101
-----	----	----	----	----	-----

nach Aufnahme von $\frac{1}{2}$ Tropfen Digitalis-tinktur:

100	121	129	118	108	100
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Diese Zahlenreihen liefern gewissermaßen das unmittelbare Spiegelbild zu den mit grünem Licht erhaltenen. Und zur selben Zeit, wo wir bei Grün das Maximum der Digitaliswirkung auftreten sehen, stellt es sich auch bei den Versuchen mit rotem Lichte ein. Eine sehr willkommene Erweiterung meiner Versuche wurde mir dadurch, daß ich beim Nachsuchen in der Literatur die Angabe fand, daß auch die *Gratiola officinalis*, das *Gottesnadenkraut*, Grünblindheit verursachen könne. Wir haben demgemäß unsere Untersuchungen auch auf diese Droge ausgedehnt. Sie wurde ebenfalls in Gestalt der Tinktur und in denselben Gaben wie die Digitalistinktur genommen.

Die Richtigkeit des Arndtschen Gesetzes ergab sich auch bei diesen Versuchen. Ihr Ergebnis war für *Grün*:

Nach Aufnahme von 10 Tropfen Gratiola-tinktur:

100	127	134	125	107	93
-----	-----	-----	-----	-----	----

nach Aufnahme von $\frac{1}{2}$ Tropfen Gratiola-tinktur:

100	88	57	66	84	89
-----	----	----	----	----	----

und für *Rot*:

Nach Aufnahme von 10 Tropfen Gratiola-tinktur:

100	73	65	72	93	99
-----	----	----	----	----	----

nach Aufnahme von $\frac{1}{2}$ Tropfen Gratiola-tinktur:

100	115	145	127	109	100
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Das Endergebnis der mit der *Gratiola* durchgeführten Versuche geht mithin den mit der *Digitalis* angestellten parallel.

Wir haben dann weiter noch mit *gelbem* und *blauem* Lichte unter gleichzeitiger Aufnahme von Digitalistinktur gearbeitet. Das Resultat war aber, daß wir keinerlei Einfluß der *Digitalis* auf die Empfindlichkeit für die genannten Farben feststellen konnten. Von mehr nebensächlichem Interesse, aber doch erwähnenswert, war die Beobachtung, daß die der offizinellen *Digitalis purpurea* so nahe stehende *Digitalis lutea* als Tinktur genommen keinerlei Wirkung zeigte, ebenso wenig, wie die alkoholischen Auszüge aus anderen Skrophularineen.

Die Eigenschaft des *Äthylalkohols*, in irgendwelcher Gestalt aufgenommen, zunächst anregend, dann aber lähmend auf die Lebensgeister wirken zu können, ist allbekannt. Auch dieser Erscheinung liegt das Arndtsche Gesetz zugrunde. Mir schien es von Interesse, einmal zu prüfen, wie sich die Farbenempfindlichkeit des menschlichen Auges wohl unter dem Einflusse verschieden großer Alkoholmengen verhalten möchte. Ich setzte nach den bisherigen Erfahrungen voraus, daß, wenn überhaupt irgendein positives Resultat sich ergeben sollte, dies sich dem biologischen Grundgesetze entsprechend gestalten müßte.

Wie bald deutlich werden wird, erwies sich diese Voraussetzung als richtig. Der Umstand aber, daß von den 7 Teilnehmern an den Alkoholversuchen jeder nach Eigenart und Gewohnheit besonders auf den Alkohol reagierte, gestattete es nicht, aus dem Gesamtergebnis aller Versuche ein großes Bild zu konstruieren. So muß ich also die Einzelergebnisse unserer Beobachtungen hier anführen.

Wir haben mit Alkoholmengen gearbeitet, die von 1,0 ccm 90 % Alkohols nach oben und unten hin an- und abstiegen, bis im einzelnen Falle die gewollte Wirkung sich deutlich zeigte. Jede einzelne Alkoholabgabe wurde auf das Zehnfache mit Wasser verdünnt. In der folgenden Übersicht ist wieder so wie bisher, das Normalmittel jedesmal gleich 100 gesetzt und danach die weitere Berechnung für die Alkoholzahlen durchgeführt worden.

Wie man sieht, sind nicht bei allen Teilnehmern an diesen Versuchen alle Alkoholdosen gleichmäßig durchgeprüft worden. Dies war auch nicht notwendig, da es vollkommen genügte, wenn bei jedem hinlänglich starke Abweichungen von der Norm mit irgendeiner Alkoholdosis erreicht wurden. Weiter ist noch zu bedenken, daß bei jedem einzelnen Versuche die gerade vorliegende Tagesdisposition des Beobachters mit in Rücksicht gezogen werden muß. Diese erklärt die Erscheinung, daß in der oben stehenden Übersicht bei den einzelnen Personen die Zahlenwerte nicht immer gleichmäßig steigen und abfallen, den aufgenommenen Alkoholmengen entsprechend. Eigentlich ist das selbstverständlich bei einiger Überlegung

		Kubikzentimeter 90 % Alkohol										
		0	0,25	0,5	0,75	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	
I.	Rot	100	66	82	88	88	179	326	—	—	—	
	Grün	100	—	63	82	219	323	—	—	—	—	
II.	Rot	100	71	85	89	115	119	119	128	120	157	
	Grün	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
III.	Rot	100	66	82	88	95	101	114	119	146	—	
	Grün	100	—	89	96	127	128	181	—	—	—	
IV.	Rot	100	—	—	70	112	101	120	159	351	—	
	Grün	100	—	—	—	57	90	91	187	—	—	
V.	Rot	100	88	79	76	94	89	136	127	—	—	
	Grün	100	79	85	92	137	181	—	—	—	—	
VI.	Rot	100	100	86	109	134	159	186	—	—	—	
	Grün	100	86	91	111	134	174	—	—	—	—	
VII.	Rot	100	—	—	—	82	74	100	113	155	—	
	Grün	100	—	—	—	77	85	79	94	133	—	

der tatsächlichen Verhältnisse, wie sie uns in eigener und fremder Erfahrung täglich begegnen.

Das für uns hier bedeutsamste Ergebnis, welches unsere Alkoholversuche gebracht haben, ist dies:

In niedriger Dosierung regt der Alkohol die Unterscheidungsempfindlichkeit für Hell und Dunkel bei *Rot* und *Grün* an, in größerer Menge bewirkt er das Gegenteil. Die beiden Farben verhalten sich nicht gleichmäßig bei allen Beobachtern, der eine reagiert besser bei Grün, der andere bei Anwendung von rotem Licht. Die Bedeutung des von *Arndt* seinem Gesetze zugefügten Nachsatzes, der die Wichtigkeit der Frage, was im einzelnen, individuellen Falle, als starker oder schwacher Reiz anzusprechen sei, ergibt sich recht anschaulich, wenn man unsere nach Aufnahme von 1,0 und 2,5 ccm Alkohol erhaltenen Resultate durchmustert: Dieselbe Alkoholmenge regt bei dem einen die Farbenempfindung noch recht deutlich an, während sie bei einer zweiten Person bereits ebenso deutliche Herabsetzung dieser Empfindung zeitigt. Übrigens eine Erscheinung, für die Analogien aus dem täglichen Leben reichlich vorhanden sind.

Unsere sämtlichen Versuche mit Santonin, Digitalis, Gratiola und Alkohol haben mit aller Deutlichkeit den Nachweis für die Richtigkeit des Arndtschen Gesetzes ergeben. Aber es besteht ein ganz wesentlicher Unterschied in der Wirkung des Alkohols gegenüber den drei anderen Stoffen. Bei diesen handelt es sich offenbar um eine unmittelbare Beeinflussung der farbenempfindlichen Teile des Sehorganes. Dafür spricht das eigenartige Verhalten der Kontrastfarben. Wir müssen auf Grund des Arndtschen Gesetzes direkt annehmen, daß das Santonin auf die violett-empfindlichen Teile des Sehorganes wirkt, das Gelbsehen aber, welches so oft beobachtet wird und zumeist ins Auge fällt, demnach als rein

sekundäre Erscheinung angesprochen werden muß. Für Digitalis und Gratiola ist dagegen das Grün empfindende Prinzip unseres Auges empfindlich und die bei Anwendung roten Lichtes erzielten Ergebnisse sind sekundär.

Ganz anders liegt die Sache beim Alkohol. Er wirkt auf Rot- und Grünempfindlichkeit gleichmäßig ein. Die Bedeutung der Kontrastfarbe kommt völlig in Wegfall. Dann muß es sich bei der Alkoholwirkung um etwas Besonderes handeln. Es drängte sich die Frage auf, ob bei ihm die Farbe als solche überhaupt eine Bedeutung habe oder aber ob nicht lediglich eine Veränderung in der Empfindung von *Hell* und *Dunkel* überhaupt bei unseren Versuchen vorgelegen habe. Auch dieser Frage bin ich dann noch nachgegangen. Das Resultat der zu ihrer Lösung unternommenen Versuche war das erwartete: Niedrige Alkoholdosen steigerten die Empfindlichkeit für Hell und Dunkel, größere setzten sie unter die Norm herab.

Es ist eine sehr eigenartige Erscheinung, daß die Notwendigkeit besteht, ein Gesetz, für dessen Richtigkeit jeder, der biologisch beobachtet und denkt, in jedem Augenblicke die Belege haben kann, durch besonders zu diesem Zwecke angestellte Versuche stützen zu müssen. Auf der anderen Seite aber sei es auch an dieser Stelle ausgesprochen, daß gerade die Kenntnis des Arndtschen Gesetzes und das Verlangen, es endlich einmal weiteren Kreisen bekannter zu machen, mich zu den hier geschilderten Versuchen angeregt haben. Das biologische Grundgesetz besitzt, worauf auch *R. Tischner*¹⁾ neuerdings aufmerksam gemacht hat, eine weitestgehende, heuristische Bedeutung. Das, was wir mit unseren Versuchen in unmittelbarer Anlehnung an das biologische Grundgesetz gefunden haben, ist sicherlich geeignet, Interesse zu erregen. Daß ich ohne die Kenntnis dieses Gesetzes je auf den Gedanken gekommen wäre, die Versuche auszuführen, kann ich direkt verneinen. Es wäre freudig zu begrüßen, wenn auch von anderen Seiten her die experimentelle Durcharbeitung des biologischen Grundgesetzes einmal in Angriff genommen würde, Biologie und Medizin würden aus den Ergebnissen einer solchen Durcharbeitung einen heute noch nicht in seiner ganzen Ausdehnung und Bedeutung überschaubaren Gewinn ziehen.

Die Messung des intraokulären Drucks.

Von Prof. Dr. Hj. Schlötz, Kristiania.

Die Messung der Spannung — des Tonus — des Auges, die man Tonometrie heißt, ist früher stets durch Palpation des Auges bewerkstelligt worden; in späteren Jahren hat man sich aber zu diesem Zwecke in immer größerer Ausdehnung

¹⁾ Das biologische Grundgesetz und seine Bedeutung für die Medizin. *Die Kleinwelt*, 1915, Heft 10—12.

eines Apparates — des Tonometers — bedient. Die Digitaluntersuchung wird allerdings als eine approximative Untersuchung stets beibehalten werden. Der zu Untersuchende muß hierbei den Blick gut nach unten richten, worauf man seine beiden Zeigefinger dicht nebeneinander möglichst oben am Augapfel, selbstverständlich auf dem Augenhäutchen, anbringt; nun führt man mit dem einen Zeigefinger leichte drückende Bewegungen aus und sucht mit dem andern zu ermitteln, inwiefern der Augapfel dem Druck nachgibt, bzw. ob er ihm überhaupt nachgibt.

Untersucht man in dieser Weise eine große Anzahl von Augen, die wenigstens anscheinend normal aussehen, wird sich in den meisten Fällen die Spannung als nahezu dieselbe erweisen, wenn sich einige Augen auch etwas weicher anfühlen mögen. Doch lassen sich auch solche finden, wo entschieden eine größere Spannung vorhanden ist, ja, vereinzelt wird man auf Augen treffen, die bei der Betastung bretthart sind. Bei diesen letzteren wird das Sehvermögen, wenn es überhaupt besteht, ein schlechtes sein. Auch bei kranken roten Augen tritt diese Erscheinung auf. Ganz weich sind häufig Augen, die nach Krankheiten verkleinert und geschrumpft sind.

Diese Variationen des intraokulären Drucks hat man nun versucht, annähernd zu gradieren. Der Druck — Tonus — des normalen Auges ist mit $T.n$ bezeichnet worden, und sowohl für die Drucksteigerung — Hypertonie — wie die Druckherabsetzung — Hypotonie — hat man 3 Stufen aufgestellt: $T+1$, $T+2$, $T+3$ und $T-1$, $T-2$, $T-3$, wo $T+3$ das brettharte Auge bezeichnet und $T-3$ ein Auge so weich, daß es durch das Augenlid nicht mehr zu palpieren ist.

Während ein herabgesetzter Druck an und für sich wohl niemals eine eigentliche Gefahr für das Auge bedeutet¹⁾, ist eine Drucksteigerung bei längerer Dauer dem Gesicht stets gefährlich.

Die Kapsel des Auges, die Sklera, hat eine schwache Stelle, nämlich dort, wo der Sehnerv ins Auge eintritt. Hier ist die Sklera dünner und wie ein Sieb durchlöchert; man nennt diese Stelle auch Lamina cribrosa. Es wird hier in der Tat auch etwas abgesiebt, da die Nervenfasern hier, eben vor ihrem Durchgang durch die Lamina cribrosa, ihre Myelinscheiden verlieren, so daß nur die Achsenzylinder hindurchgehen, um sich in der Netzhaut zu verbreiten. Die Eintrittsstelle in der Netzhaut nennt man Papilla nervi optici, und sie mißt etwa 1 mm im Durchmesser. Die Lamina cribrosa ist lange nicht so widerstandsfähig wie die Bulbuswand sonst. Dem vermehrten intraokulären Druck wird dieser Teil der Sklera schließlich nachgeben und nach außen zu gedrängt werden, so daß an Stelle der Papille eine Vertiefung mit scharfem Rande entsteht, worüber die Nervenfasern gestreckt und gedrückt werden,

¹⁾ Etwas anderes ist es, daß solche Augen gewöhnlich aus anderen Gründen ihr Sehvermögen eingebüßt haben.

was eine Atrophierung dieser Fasern zur Folge hat; das Gesicht nimmt nun immer mehr ab, das Gesichtsfeld engt sich allmählich ein, bis schließlich Blindheit eintritt.

Solche erkrankten Augen mit vermehrtem intraokulären Druck nennen wir glaukomatöse; das Auge leidet an Glaukom — dem grünen Star, und mit dem Augenspiegel kann man, wenn die Medien klar sind, die glaukomatöse, randexkavierte Papille, die oben erwähnte Vertiefung mit dem scharfen Rande, sehen.

Ohne hier näher auf das Wesen des Glaukoms einzugehen, sei nur erwähnt, daß man sich diesen Zustand als auf dem gehemmten Abfluß der Augenflüssigkeit beruhend denkt. Im Auge findet, wie sonst in allen anderen Organen, eine dauernde Zirkulation, ein Zu- und Abfluß von Blut und Lymphe statt, worin eine immerwährende gegenseitige Ergänzung bestehen muß. Wird der Abfluß zu gering oder sogar ganz gehemmt, wird in dem betreffenden Organ eine Stauung eintreten, die sich beim Auge als Drucksteigerung äußert.

Selbstverständlich ist es von größter Bedeutung, diesen Augendruck prüfen zu können. So gut und so unentbehrlich nun auch unsere Finger als Untersuchungsapparate sein mögen, so ist unser Gefühl doch nicht fein genug, um die geringen, hier in Frage kommenden Druckveränderungen beurteilen zu können.

Schon längst sind auch zur Messung des intraokulären Drucks Apparate erfunden worden (von Monnick, Fich, Koster, Macklakow u. m.), doch haben alle Instrumente, mit Ausnahme des von Macklakow, den Fehler, daß der Druck, der von der Hand des Untersuchers ausgeht, wenn sie das Instrument mit seinem federnden Mechanismus ans Auge drückt, sich als ein unbestimmbarer und variabler Faktor erweisen muß, der die Messungen inkonstant und unzuverlässig macht.

Macklakows Apparat¹⁾ besteht sehr einfach aus einem, mit einem etwas verlängerten Handgriff versehenen Lot im Gewicht von 10 g. Mit einer gabelförmigen Vorrichtung wird das Lot emporgehoben und auf der Kuppe der Kornea angebracht. Wird nun die Gabel um ein wenig gesenkt, steht das Lot ganz frei auf der Hornhaut, jedoch dermaßen von der Gabel gestützt, daß es nicht seitwärts gleiten kann. Vor der Anbringung des Lots ist das Auge durch einen Tropfen Holocain (2 %) anästhesiert, und die Hornhaut mit einer gefärbten Flüssigkeit betupft worden.

Durch den Druck des Lots wird die Kuppe der Hornhaut, je nach der Spannung des Auges, mehr oder weniger applaniert werden, und je nach der Stärke der Applanation wird nun bei der Entfernung des Lots ein größerer oder kleinerer Teil seiner unteren Fläche gefärbt erscheinen. Durch das Abdrücken auf einem präparierten Papier kann man den hierdurch dargestellten Farbfleck mes-

¹⁾ Leider habe ich den Apparat nicht selbst gesehen.

sen und mit einer Skala von Farbflecken vergleichen, deren Größe, je nach den verschiedenen Werten in Hg-Druck, experimentell abgestuft sind. Das Verfahren ist, wie man sieht, etwas kompliziert, und die Ergebnisse sind kaum sehr genau.

Das richtige Prinzip eines Tonometers muß ja sein, daß ein mit einem Lot belasteter Zapfen frei auf der Kuppe der Hornhaut stehen kann und daß der Eindruck, den die Hornhaut dadurch empfängt, genau gemessen wird. Durch experimentelle Untersuchungen muß sodann bestimmt werden, welchen Druckhöhen in mm Hg die verschiedenen Eindrücke entsprechen. Dies ist das Prinzip, auf dem mein Tonometer gebaut ist. Mein erster Apparat war sehr kompliziert; vermittels eines Ballons wurde Luft gleichzeitig in ein Manometer und ein kleines Kästchen gepreßt, wodurch der Zapfen herabgedrückt wurde. Bei einem konstanten Eindruck von 0,5 mm trat ein elektrischer Kontakt mit der Folge ein, daß das Manometer geschlossen, das Kästchen aber geöffnet wurde. Ein viel zu umständlicher Apparat, um praktisch zu sein.

Der endgültige und nunmehr gebräuchliche Apparat ist, wie man aus der beigefügten Zeichnung ersehen kann, sehr einfach. Der 52 mm lange Zapfen mißt 3 mm im Durchmesser und gleitet in einem Zylinder mit einem Fußstück von 10 mm im Durchmesser, dessen Unterfläche konkav und zwar durch einen Radius von 15 mm geschliffen ist.

Dies Fußstück wird auf die Mitte der anästhesierten Hornhaut gesetzt. Der Zylinder ist wiederum von einem andern, ganz kurzen Zylinder umschlossen, an dessen seitlich angebrachten Armen man den ganzen Apparat halten kann.

Ist nun der Apparat auf der Hornhaut angebracht und wird so gehalten, daß der äußere Zylinder sich mitten am inneren befindet, so steht sowohl der innere Zylinder mit allem was er trägt, wie auch der Zapfen ganz frei auf der Hornhaut, und je nach seinem Gewicht und der Spannung des Auges wird ein stärkerer oder schwächerer Eindruck in der Hornhaut erzeugt.

Am oberen Ende des Zapfens kann man nämlich Lote verschiedener Schwere anbringen, doch immer so, daß das obere zugespitzte Ende frei hervorragt.

Auf dieser Zapfenspitze ruht während des Gebrauchs der kurze Arm eines ungleicharmigen Hebels, dessen Umdrehungspunkt sich an dem von dem inneren Zylinder getragenen Bogen befindet. Auf demselben Bogen ist der T-förmige Ständer befestigt, der an seinem Querstück eine in 20 mm geteilte Skala trägt.

Der ungleicharmige Hebel ist rechtwinklig. Der kurze, wagerecht liegende Arm ruht 4 mm vom Umdrehungspunkt, wie gesagt, auf der Zapfenspitze; der senkrecht stehende lange Arm ist 80 mm, also 20-mal so lang als der kurze Arm. Das Ende des langen Arms gleitet wie ein Zeiger an der Millimeterskala entlang; jede Bewegung

des Zapfens auf- oder abwärts ist folglich 20-mal vergrößert an der Skala abzulesen.

Der Apparat muß so eingestellt werden, daß der Zeiger, wenn das untere Ende des Zapfens ins Niveau der konkaven Fläche des Fußstücks hinaufgedrückt wird, am Nullende der Skala steht, und dies geschieht in der Weise, daß man das Instrument fest an ein dem konkaven Fußstück entsprechendes Metallstück mit konvexer Fläche anpreßt.

Setzt man nun das Tonometer auf eine anästhesierte Hornhaut und gibt der Zeiger z. B. einen Ausschlag von 5 mm, so hat der Zapfen einen Eindruck von 0,25 mm in der Hornhaut hervorgebracht. Ein Ausschlag von 10 mm würde einem Eindruck von 0,5 mm entsprechen usw., je kleiner die Spannung des Auges ist, desto grö-

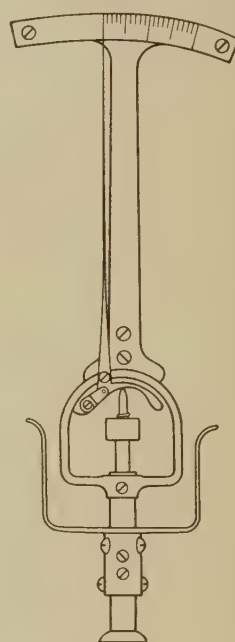


Fig. 1.

ßer der Ausschlag und umgekehrt, bis bei einer gewissen erhöhten Spannung kein Ausschlag mehr erfolgt; dann muß man ein schwereres Gewicht anbringen. Man hat Gewichte von 5,5 g, 7,5 g, 10 g und 15 g, d. h. die verschiedenen Lote mit Zapfen und Hebel stellen die jeweiligen Gewichte dar.

Was nun die durch die verschiedenen Gewichte erzeugten Eindrücke in mm Hg-Druck bedeuten, das ist durch Versuche an toten Augen festgestellt worden.

Das Auge würde mit einem Manometer in Verbindung gebracht, und der jeweilige Ausschlag bei den verschiedenen Druckhöhen von 0 bis 150 cm Wasserdruck notiert. Die gewonnenen Ergebnisse beziehen sich natürlich eigentlich nur auf das gemessene Auge. Es zeigte sich jedoch, daß die Ausschläge bei den verschiedenen Augen und denselben Druckhöhen nicht sehr variierten,

ja so wenig, daß es berechtigt erschien, die Mittelwerte als Ausdruck approximativer richtiger Werte bei Messungen an lebendigen Augen zu benutzen.

Nach diesen Mittelwerten wurden nun in einem Schema Kurven für die 4 Lote hergestellt, die jedem Tonometer beigelegt waren.

Die ersten Kurven (I) aber, die veröffentlicht wurden, erwiesen sich als nicht richtig. Sie wurden nach Messungen an Augen in offener Verbindung mit dem Manometer ausgearbeitet; das lebendige Auge ist aber ein geschlossener Raum.

Gewisse Umstände hatten mir den Eindruck beigebracht, als spiele das Gewicht des Tonometers keine besondere Rolle. Es zeigte sich aber, daß das Gewicht des Tonometers den Druck des geschlossenen Auges in hohem Maße beeinflusst.

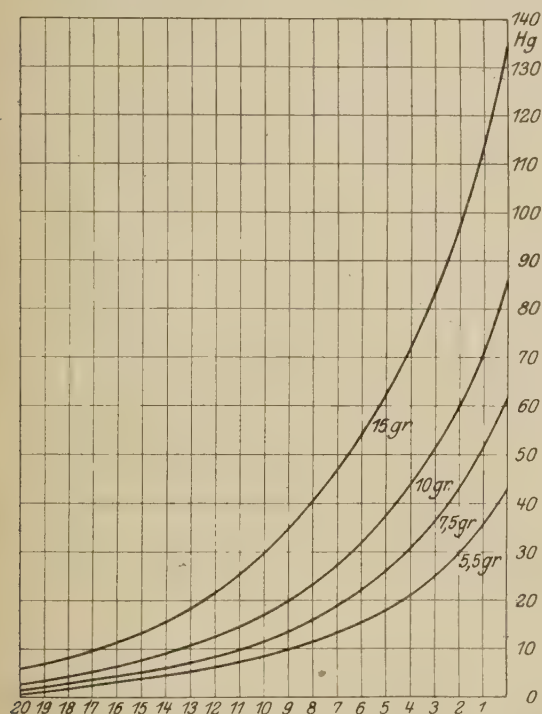


Fig. 2.

Als ich später Messungen mit Vorrichtungen ausführte, wobei die Verbindung zwischen Auge und Manometer geschlossen werden konnte, zeigte sich folgendes:

Das Tonometer mit Gewicht von 5,5 g auf einem Auge in offener Verbindung mit dem Manometer und einer Druckhöhe von 30 cm H₂O gibt einen Ausschlag von 11,3 mm. Wird das Tonometer entfernt und die Verbindung zwischen Auge und Manometer geschlossen, verbleibt der Druck des Auges natürlich noch immer 30 cm H₂O. Wird das Tonometer nun abermals auf das Auge gesetzt, lesen wir aber nur einen Ausschlag von 3,7 mm ab, einen Ausschlag, den wir im offenen Auge bei einem Manometerdruck von 49 cm H₂O

erhalten, und dieser letztere Druck ist folglich der des geschlossenen Auges, wenn der Apparat mit seinem vollen Gewicht, 16 g, darauf ruht.

Bei einer Druckhöhe von 40 cm H₂O gibt das Tonometer mit einem Gewicht von 5,5 g auf dem offenen Auge einen Ausschlag von 6,4 mm, auf dem geschlossenen Auge von 2 mm usw. Das lebendige Auge ist ein geschlossenes Auge; erhält man also auf einem lebendigen Auge den Ausschlag von 2 mm, entspricht dies einer Druckhöhe von 40 cm H₂O.

Die Kurven mußten nun nach Untersuchungen am geschlossenen Auge ausgearbeitet werden und sind vorläufig nach den durch Messungen an 8 Augen gewonnenen Mittelwerten zusammengestellt, Kurven II (Fig. 2).

Weitere Einzelheiten sind aus meinen Abhandlungen im Archiv für Augenheilkunde Bd. LII, Heft 4 und Bd. LXII, Heft 4 zu ersehen.

Forschungen im Gebiete der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde.

Von Prof. Dr. Paul Niggli, Leipzig.

(Schluß.)

5. Methoden und besondere Ergebnisse der neueren experimentellen Untersuchungen.

Bereits de Saussure (1740—1799), neben Hall Begründer der experimentell-synthetischen Richtung in Mineralogie und Petrologie, kam es zum Bewußtsein, daß, um das Experiment fruchtbringend für die Gesteinslehre auszugestalten, vorerst eine exakte Basis der Untersuchungsmethoden unter den besonderen Bedingungen geschaffen werden müsse. Desmarest hatte in der Auvergne die Hypothese der Entstehung von Basalt aus geschmolzenem Granit aufgestellt. Mit genialem Blick erkannte de Saussure, daß hier ein durch die Experimentalkunst entscheidbares Problem vorliege. Er schmolz Granit von allen ihm bekannten Gegenden um und erkannte so das Unrichtige in der Annahme von Desmarest. Seine primitiven Versuche befriedigten ihn aber nicht, er fand es nötig, die exakte Temperaturmessung auf das Gebiet hoher Temperaturen auszudehnen, um so die Kenntnis der Schmelzbarkeit der Mineralien und ihrer gegenseitigen Affinitätsverhältnisse im Schmelzflusse dem quantitativen Studium zugänglich zu machen. So entstanden seine „Recherches sur l'usage du chalumeau“, in denen versucht wurde, auch für höhere Temperaturen eine Skala aufzustellen. Es ist bezeichnend für den richtigen Geist, der den synthetisch-mineralogischen Forschungen heute innewohnt, daß auch jetzt ein geophysikalisches Laboratorium¹⁾, um

¹⁾ A. L. Day, R. B. Sosman, High Temperature Gas Thermometry. Veröffentl. d. Carnegie-Instit., Washington Nr. 157, 1911, sowie viele Arbeiten von A. L. Day, R. B. Sosman, W. P. White in verschiedenen amerikanischen und deutschen Zeitschriften.

eine Grundlage für ausgedehnte Untersuchungen zu schaffen, sich zuerst in ganz wesentlichem Maße am Ausbau einer exakten Temperaturmessung zwischen 800° und 1500° beteiligt hat. Heute läßt sich eine Genauigkeit in der Temperaturmessung bis auf einige hundertstel Grad bei niederen Temperaturen und bis auf etwa 2° bis zu 1500° Celsius erzielen, eine Genauigkeit, die für die meisten mineralogisch-petrologischen Probleme durchaus genügend ist. Waren in dieser Hinsicht die Schwierigkeiten behoben, so konnte zunächst an eine, die physikalisch-chemische Grundlage vermittelnde, ausgedehnte Untersuchung der Kristallisationserscheinungen in trockenen Silikatschmelzflüssen geschritten werden¹⁾. Die Einzelschmelzpunkte der magmatischen Mineralien liegen fast durchweg oberhalb 1000°, aber bereits bei ihrer Bestimmung nach der gewöhnlichen thermischen Methode stellten sich neue Schwierigkeiten ein. Die Reaktion des Schmelzens oder Erstarrens der Silikate verläuft oft so träge und mit einer so geringen Wärmetönung, daß eine genaue Festlegung der Gleichgewichtstemperatur thermisch (als Haltepunkt beim Abkühlen oder Erhitzen) unmöglich ist. Deshalb hat man für die meisten Untersuchungen in komplexen Silikatschmelzen eine neue, die sogenannte statische Methode anwenden müssen. Zu Hilfe kommt uns nämlich der Umstand, daß infolge der Trägheit des Kristallisationsprozesses rasch abgeschreckte Schmelzen meist ohne weiteres glasig erstarren. Man kann somit durch rasches Abschrecken den durch stundenlanges Erhitzen bei konstanter Temperatur erhaltenen Gleichgewichtszustand fixieren und dann das vorhandene Phasenprodukt bei gewöhnlicher Temperatur untersuchen. Hat sich bei der Erhitzungstemperatur beispielsweise eine Kristallart ausgeschieden, währenddem der Rest als Schmelzlösung vorhanden war, so wird man nach dem raschen Abkühlen kleine Kriställchen im Glas vorfinden. Die Zusammensetzung des Glases gibt uns zugleich die Zusammensetzung der mit den Kristallen bei hoher Temperatur koexistierenden Schmelze. Auch zur Bestimmung dieser Zusammensetzung, die beim Auskristallisieren von Mischkristallen wichtig ist, hat man neue Wege eingeschlagen. Eine Trennung von den Kristallen und daran anschließende analytische Untersuchung ist selten möglich, indessen gibt uns die Bestimmung der optischen Konstanten, insbesondere des Brechungsindex, Anhaltspunkte für die Zusammensetzung. Gläser verschiedener Konzentration müssen daraufhin zunächst untersucht und der Verlauf der „Isofrakten“ im System festgestellt werden. Da man durch ausgedehnte Ab-

schreckversuche, nach verschiedenen Erhitzungstemperaturen und nach optischer Untersuchung des Produktes, direkt die Isothermen erhält, ist man (wenigstens bei ternären Systemen) im Besitze zweier Kurvenscharen, deren Schnittpunkte die bestimmte Konzentration ergeben¹⁾. Auch die Untersuchung der auftretenden festen Phasen erfolgt stets auf optisch-mikroskopischem Wege; der Ausbau dieser Bestimmungsmethoden war daher ebenfalls unumgänglich notwendig. Gewissermaßen als Schulbeispiel ist ein wichtiges ternäres System, das System $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ bis jetzt ausführlich durchstudiert worden²⁾. Über die Mannigfaltigkeit der gefundenen Erscheinungen mögen folgende Angaben Auskunft geben: 26 verschiedene Kristallarten wurden im Verlauf der Untersuchung festgestellt, von denen 15 verschiedene Zusammensetzung besitzen, die übrigen Modifikationen von ihnen darstellen. Das Konzentrationsdiagramm zerlegt sich in Rücksicht auf die nach der Enderstarrung vorhandenen Kristallarten in 14 verschiedene Felder, die den verschiedenen Kombinationen von je drei Kristallarten entsprechen. Die resultierende Kristallparagenese ist daher sehr wesentlich von der Ausgangskonzentration abhängig. Sowohl Reaktionsfelder (mit Umwandlungskurven) als gewöhnliche Kristallisationskurven finden sich vor. Die tiefste eutektische Temperatur ist 1165°, der höchste Schmelzpunkt (von CaO) liegt weit oberhalb des mit den Thermoelementen meßbaren Bereiches, bei ca. 2570°.

Enthält dieses Diagramm ausgedehnte Konzentrationsgebiete, die infolge der besonderen Konstitution aller Magmen für das petrographische Studium nicht in Frage kommen (es kristallisieren weder Calciumaluminate noch Calciumoxyd, selten nur Sillimanit und Korund aus den Magmen aus), so geben einige andere untersuchte Systeme direkten Aufschluß über in Eruptivgesteinen beobachtete Erscheinungen. Bereits Döller und seine Schüler haben viele derartige Schmelzgemische untersucht, nachdem es Fouqué und Michel-Levy zuerst gelungen war, gewisse Ergußgesteinstypen in allen ihren Merkmalen synthetisch herzustellen. Die neueren Untersuchungen profitieren von der in der Zwischenzeit enorm geförderten Versuchstechnik und der schärferen physikalisch-chemischen Begriffsbestimmung. Die Plagioklase³⁾ bilden einen einfachen kontinuierlichen Mischkristalltypus, dessen Liquidus- und Soliduskurven von dem bei 1550° gelegenen Schmelzpunkt des Anorthites ohne Minimum oder Maximum zu dem etwas unterhalb 1100° gelegenen Schmelzpunkt des Albiten verlaufen. Die normale Zonenfolge beim Kristallisieren aus dem Schmelzfluß muß daher die mit anorthitreicherem Kern

¹⁾ Eine Zusammenstellung der bis 1915 ausgeführten neueren synthetischen Versuche findet man in H. E. Boeke, Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. Berlin 1915, Bornträger. F. M. Jäger hat 1913 eine „Anleitung zur Ausführung exakter physikochemischer Messungen bei höheren Temperaturen“ herausgegeben.

¹⁾ N. L. Bowen, Z. f. anorg. Chemie 94 (1916), 23.

²⁾ G. A. Rankin, Z. f. anorg. Chemie 92 (1915), 213.

³⁾ N. L. Bowen, Z. f. anorg. Chemie 82 (1913), 283; 94 (1916), 23.

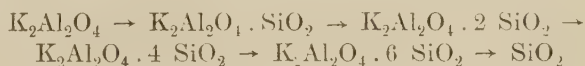
sein, was mit den natürlichen Verhältnissen übereinstimmt. Zwischen Plagioklasen und Diopsid $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ bzw. Augit existiert kein Eutektikum, die Grenzkurve verläuft mit einsinnigem Temperaturgefälle von anorthitreichen Schmelzen nach albitreichen hin und zwar derart, daß die Restlösung mit zunehmendem Albitgehalt auch ärmer an Diopsid wird. Es ist, wie *Bowen* bemerkt, von Wichtigkeit, daß die magmatische Differentiation oft ähnliche Gesetzmäßigkeiten befolgt. *Enstatit* (MgSiO_3) besitzt einen inkongruenten Schmelzpunkt¹⁾. „In jedem System einer beliebigen Anzahl von Komponenten, unter denen *Forsterit* (Mg_2SiO_4 , das ist die MgSiO_3 nächstliegende feste Phase), also ein Bestandteil des *Olivins*, und Kieselsäure vorhanden sind, wird deshalb ein Reaktionsfeld des *Forsterites* vorhanden sein.“ Das gibt, zum Teil wenigstens, die Erklärung für die häufigen Resorptionserscheinungen, die man an Olivinen in Eruptivgesteinen vorfindet. Genauer untersucht wurde dieses Reaktionsfeld in Gemischen von Anorthit-*Forsterit* und Kieselsäure. *Diopsid* und *Klinoenstatit* bilden eine Reihe von Mischkristallen, mit der Zonenbildung magnesiareicher Kern — kalkreiche Hülle. Zum Teil koexistieren sie mit Schmelzen, die sich ebenfalls in MgSiO_3 und $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ ausdrücken lassen, zum Teil gehören die Kristallisationserscheinungen mindestens einem ternären System an²⁾. *Nephelin* zeigt beim Kristallisieren aus Schmelzen ausgesprochene Tendenz, andere Molekeln, wie $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ und vielleicht $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ oder SiO_2 in isomorpher Mischung aufzunehmen. Seine schwankende Zusammensetzung ist auch analytisch nachgewiesen.

Von den Modifikationsänderungen magmatischer Mineralien sind besonders die von SiO_2 von Interesse. Zuletzt und im Zusammenhang hat sie *Fenner*³⁾ untersucht. In *Quarz*, *Tridymit* und *Cristobalit* sind 3 Hauptformen von SiO_2 gegeben. Quarz sind unterhalb 870° , Tridymit zwischen 870° und 1670° , Cristobalit bei noch höheren Temperaturen die stabilsten Phasen. Die Bildungsbereiche dieser Mineralien fallen aber mit den Stabilitätsfeldern nicht zusammen, und die große Haltbarkeit in den instabilen Gebieten läßt auch natürliche Entstehungen außerhalb dieser Temperaturgrenzen zu⁴⁾. Im ursächlichen Zusammenhang mit dem molekularen Bau und den durch die Raumanordnung gegebenen Symmetrieverhältnissen der Atome stehen Modifikationsänderungen innerhalb jeder dieser drei Hauptformen, unter Erhaltung der Grundgestalt und Erhöhung

der Gesamtsymmetrie. Derartige α - β -Umwandlungen zeigt Quarz bei 570° (trigonal trapezoedrisch — hexagonal trapezoedrisch), Tridymit bei 117° bzw. 163° (pseudo-hexagonal — hexagonal), Cristobalit bei wechselnden Temperaturen (198° — 270°) (pseudoregulär — regulär). Die höher symmetrischen Formen sind alle bei höheren Temperaturen beständig, die diesbezüglichen α - β -Umwandlungen verlaufen ohne merkliche Verzögerungen. In den magmatischen Gesteinen findet man fast ausschließlich Quarz, und, da es oft möglich ist, zu erkennen, ob ein Quarzkristall die bei 570° (gewöhnlicher Druck) auftretende Modifikationsänderung erfahren hat oder ob er primär unterhalb dieser Temperatur gebildet wurde¹⁾, ließ sich feststellen, daß in den gewöhnlichen magmatischen Gesteinen, wie Granit und Quarzdiorit, die Auskristallisation tatsächlich oberhalb der α - β -Gleichgewichtstemperatur stattgefunden hat, während pegmatitische Bildungen nicht selten beiderlei ursprüngliche Formen aufweisen. Dies steht durchaus in Übereinstimmung mit dem früher skizzierten Zusammenhang zwischen Granit und Pegmatit und mit dem allgemeinen mineralisatorenreichen Charakter SiO_2 -reicher Restmagmen.

Untersuchungen bei hoher Temperatur in petrologisch wichtigen Systemen mit leichtflüchtigen Komponenten liegen noch nicht viele vor. Über das für die gesamte Gesteinsausbildung maßgebende Verhalten zwischen CO_2 und SiO_2 in Schmelzflüssen von Alkalien, Alkalialuminaten und Erdalkalien orientieren Versuche des Verfassers²⁾ im Temperaturgebiet von 800° — 1000° und beim Drucke von einer Atmosphäre CO_2 . Sie geben gleichzeitig Auskunft über die in den Schmelzflüssen vorhandenen Molekelarten, die Rolle des SiO_2 in silikatischen Verbindungen und die Wirkungsweise von Assimilationsprozessen. So stellen sich in den Systemen Alkalioxyd — SiO_2 — CO_2 von Temperatur, Druck und Konzentration abhängige Schmelzgleichgewichte zwischen Alkalikarbonat und Alkalisilikaten, von wechselndem SiO_2 -Gehalt, ein. Gleichermäßen verhalten sich die Alkali-Alumosilikate und bei höheren Temperaturen auch die Erdalkalisilikate.

Die in der Zusammensetzung der Silikate zum Ausdruck kommenden verschiedenen Silicifizierungsstufen finden daher bereits in Gleichgewichten der Lösung ihre Analogien. So ist experimentell die Reihe



bekannt geworden, von der die vier letzten Molekelarten magmatische Mineralien sind. Andere Alkalumosilikate sind mit Sicherheit noch nicht dargestellt worden. Aus den Schmelzflüssen in dem System $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, neben unbeschränk-

¹⁾ *F. E. Wright* usw., Z. f. anorg. Chemie 68 (1910), 338.

²⁾ *P. Niggli*, Z. f. anorg. Chemie 84 (1913), 229, und im Druck.

¹⁾ *O. Andersen*, Z. f. anorg. Chemie 87 (1914), 283. *J. f. Min.* — (1916).

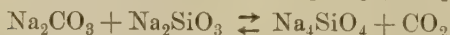
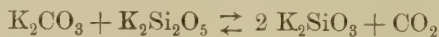
²⁾ *N. L. Bowen*, Z. f. anorg. Chemie 90 (1914), 1.

³⁾ *C. N. Fenner*, Z. f. anorg. Chemie 85 (1914), 133. Eine Zusammenstellung der Modifikationsänderungen mineralischer Stoffe findet man im „Fortschritte der Mineralogie usw.“ V (1916), 131.

⁴⁾ *Z. B.* hydrothermal gebildeten Tridymit aus sauren Lösungen. *M. Schlaepfer*, *P. Niggli*, Z. f. anorg. Chem. 87 (1914), 52.

ter Menge CO_2 unter Atmosphärendruck, treten zwischen 850° und über 1000° unabhängig vom Verhältnis $\text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ nur die drei ersten als feste Phasen auf. Temperatur und Konzentration sind dann für die speziellen Erscheinungen maßgebend. Es ist von außerordentlichem Interesse für strukturelle Fragen des Molekelbaues der Silikate, daß in diesen Alumosilikaten SiO_2 sich ganz ähnlich zu verhalten scheint wie H_2O in Hydraten. Die verschiedenen Silicifizierungsstufen mit der Höchstzahl von 6 SiO_2 erinnern an die von *Werner* gefundenen Gesetzmäßigkeiten im Bau der wasserhaltigen Salze. Da der Molekelbau auch in der Kristallstruktur erkenntlich ist¹⁾ und es neuerdings *Schaefer* und *Schubert*²⁾ gelungen ist, innere Schwingungen ganzer Atomkomplexe wahrzunehmen, darf man hoffen, daß die nächste Zeit uns viele neue Aufschlüsse über die innere Konstitution der Silikate bringen wird. Diese Erkenntnisse werden aber ihrerseits zur Aufklärung der Beziehungen verschiedener Molekelarten in den magmatischen Lösungen wesentlich beitragen.

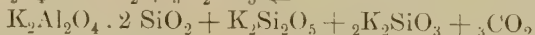
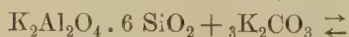
Alle derartigen Gleichgewichte, deren Verschiebung ein besonderes Merkmal der magmatischen Differentiation ist, sind von der Konzentration leichtflüchtiger Stoffe, wie H_2O , CO_2 , HCl , HF , in außerordentlich starkem Maße abhängig. In den Alkalisilikatsystemen konnten bei Anwesenheit von CO_2 (1 at Druck) bei 900° bis 1000° beispielsweise Gleichgewichte von folgendem Typus quantitativ verfolgt werden:



Fallende Temperatur und steigender SiO_2 -Gehalt verschieben die Gleichgewichte nach links. Ganz ähnlich verhält sich TiO_2 , neben CO_2 , Alkalien gegenüber. Einschnmelzen von CaCO_3 hat in den SiO_2 -Systemen bei dieser Temperatur Abscheidung von Ca_2SiO_4 und infolgedessen Verschiebung der Gleichgewichte in den Schmelzen nach den SiO_2 -ärmeren Silikaten hin zur Folge. In den TiO_2 -Systemen scheidet sich Perowskit (CaTiO_3) ab. Über eine mögliche Bildungsweise von nephelinischen Molekülen aus feldspatischen hat die Untersuchung ebenfalls Aufschluß gegeben. Die Reaktion



verläuft in Kalikarbonatschmelzen bei 900° — 1000° praktisch vollständig nach rechts, wobei freiwerdendes SiO_2 unter Bildung von Alkalisilikaten mit dem Karbonat reagiert gemäß der totalen Umsetzungsgleichung:



¹⁾ *P. Niggli*, Z. f. anorg. Chemie 94 (1916), 207. Ber. math.-phys. Klasse Akad. Wiss. Leipzig LXVII (1916), 365.

²⁾ *Cl. Schaefer*, *M. Schubert*, Annalen der Physik 50 (1916), 283, 339.

$\text{K}_2\text{Al}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{SiO}_2$ (Kalinephelin bzw. Phacellit) kristallisiert bei diesen Temperaturen aus. In diesem Zusammenhang mag erwähnt werden, daß *Daly* in seiner großzügigen, wenn auch hypothese-reichen Darstellung über den Ursprung der magmatischen Gesteine die sogenannten Alkalimagma (die besonders neben oder statt den hochsilicifizierten Feldspaten Nephelin und Leucit kristallisieren lassen) aus geologischen Gründen durch Assimilation von Karbonatgesteinen abzuleiten sucht.

Die Untersuchung von Systemen schwer- und leichtflüchtiger Komponenten unter Bedingungen, wie sie die tiefmagmatischen Vorgänge darbieten, verlangt gleichzeitige Wirkung hoher Temperaturen und hoher Drucke. Sind auch durch eine Reihe von Untersuchungen die Genauigkeitsgrade der Druckmessungen bei hohen Temperaturen wesentlich erhöht worden³⁾, so stellt doch die Fixierung erhaltener Zustände in diesen thermisch kaum erforschbaren Systemen bis jetzt noch unüberwindliche Schwierigkeiten dar. So konnten vorläufig lediglich die Schmelzpunkte der Erdalkalikarbonate unter Druck von CO_2 näher bestimmt werden⁴⁾. Gerade das für die tiefmagmatische Erstarrung außerordentlich wichtige Gebiet zwischen 1000° und 600° und hohen Drucken, wobei größere Mengen von H_2O und anderen Mineralisatoren neben Silikatlösungen zugegen sind, kann daher erst in Zukunft zugänglich gemacht werden.

Erheblich besser, wenn auch noch nicht glänzend, stellt sich die Untersuchung in dem letzten Teil des magmatischen Zyklus, in dem hydrothermalen Gebiet. Eine große Zahl⁵⁾ von Untersuchungen im Autoklaven bei Temperaturen zwischen 200° und 550° und wechselnder Wassermenge liegen vor. Waren früher hauptsächlich französische Forscher tätig, so verdankt man neuerdings *Baur*⁶⁾, *Königsberger*⁵⁾, *Morey*⁶⁾, *Schlaepfer*⁷⁾ und anderen wichtige Beiträge zu dieser Frage. Die Feststellung des physikalisch-chemischen Charakters derartiger Systeme hat ganz wesentlich zur Aufklärung der beobachteten Erscheinungen beigetragen⁸⁾. Gibt die Einzelsynthese an sich infolge häufiger Bildung instabiler Produkte noch wenig diskutierbares Material, so läßt die statistische Verarbeitung einer ausgedehnten Beobachtungsreihe doch weitgehende Schlüsse zu. Mit Ausnahme der sehr alkalireichen oder sehr alkali-

¹⁾ *J. Johnston*, *L. H. Adams*, Z. f. anorg. Chemie 72 (1911), 11.

²⁾ *H. E. Boeke*, N. J. f. Min. (1912) I, 91; Mitt. d. Naturf.-Ges. z. Halle (1913), 3, 13.

³⁾ *P. Niggli*, *G. W. Morey*, Z. f. anorg. Chemie 86 (1913), 369. (Bibliographie.)

⁴⁾ *E. Baur*, Z. f. anorg. Chemie 72 (1911), 119.

⁵⁾ *J. Königsberger*, *W. J. Müller*, Centralbl. Min. 1906, 339 und 353.

⁶⁾ *G. W. Morey*, Z. f. anorg. Chem. 86 (1914), 305.

⁷⁾ *M. Schlaepfer*, *P. Niggli*, Z. f. anorg. Chem. 87 (1914), 52.

⁸⁾ *P. Niggli*, Z. f. anorg. Chemie 75 (1912), 161; 77 (1912), 321; 84 (1912), 31.

aluminatreichen Silikate sind die meisten bei der kritischen Temperatur des Wassers noch wenig löslich. Die kritische Kurve des Gemisches wird daher von der Löslichkeitskurve geschnitten.

Ein Typus mit Randsystemen, die kritische Endpunkte enthalten, und solchen, die davon frei sind, konnte, wenigstens qualitativ, in Gemengen von $\text{H}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3$ und SiO_2 verfolgt werden. Die ganz besondere Rolle der Alkalialuminate, jener nicht unwesentlichen Komponenten bei der Bildung alkalischer Gesteine, ist daher auch in dieser Hinsicht sichergestellt.

Die in Abhängigkeit von der Konzentration kristallisierenden Silikate sind bei Temperaturen zwischen 400° und 500° im allgemeinen noch die gleichen wie die, welche sich aus dem Schmelzflusse ausscheiden. In Übereinstimmung mit dem geologischen Vorkommen bildet sich Albit und Orthoklas sehr leicht. Zeolithe treten erst bei wesentlich tieferen Temperaturen¹⁾ an ihre Stelle. Noch ist es aber nicht gelungen, die in der Natur so häufige Reaktion der Plagioklasersetzung im Albit und Zoisit experimentell zu erforschen. Hingegen ist die hydrothermale Bildung der wichtigsten sulfiden Erze durch synthetische Untersuchungen wesentlich geklärt worden²⁾. Besonders interessant ist, daß sich unabhängig von den Stabilitätsfeldern für die verschiedenen Modifikationen der Sulfide, beispielsweise Sphalerit und Wurtzit (als ZnS) und Pyrit und Markasit (als FeS_2), besondere, durch Konzentration und Temperatur bedingte Bildungsbereiche feststellen ließen. Derartige Untersuchungen sind für die natürlichen Vorkommnisse, wo erfahrungsgemäß nicht immer die stabilsten Phasen entstehen, außerordentlich wichtig.

Es ist verständlich, daß in dieser kurzen Zusammenstellung nur einige wenige Ergebnisse der reichhaltigen experimentellen Untersuchungen der letzten Jahre erwähnt werden konnten. Doch diese zeigen schon, mit welcher Intensität die Probleme in Angriff genommen wurden. Meistens handelte es sich noch um die Feststellung des allgemeinen chemischen Verhaltens von petrographisch wichtigen Stoffen unter Bedingungen, wie sie in der Erdrinde nach unseren Erfahrungen vorhanden sein müssen. Ist einmal diese Grundlage gegeben, so kann das Experiment für speziellere mineralogische und petrologische Fragen als kritisches Hilfsmittel von unschätzbarem Werte sein. Schon heute aber hat die physikalisch-chemische Denkart mit erfreulicher Frische eine Reihe von früheren unklaren und phantasiereichen Vorstellungen über die Bildungsweise der Mineralien beseitigt. Sie wird auch weiterhin, *sofern sie im steten Kontakt mit der geologischen Beob-*

achtung bleibt, wesentlich zur schärferen Begriffsbestimmung und zum Verständnis der in der Natur sich vorfindenden Gesetzmäßigkeiten beitragen können.

Kleine Mitteilungen.

Der Jahresbericht des American Museum of Natural History über das Jahr 1915 — er ist im Februar ausgegeben worden, ist aber infolge des Krieges erst jüngst nach Europa gelangt — zeigt aufs neue die außerordentliche Entwicklung dieses in seiner Art wohl einzig dastehenden Museums. Seine Sammlungen wachsen so schnell, daß es sich trotz der ungeheuren Mittel, über die es von jeher verfügt und die ihm jahraus jahrein aufs neue zur Verfügung gestellt werden, seltenerweise in einer Krisis befindet: trotz seiner ungeheuren Ausdehnung reicht der Raum für die Sammlungen auch nicht annähernd mehr aus, — den Satzungen gemäß hat die Stadt New York die erforderlichen Bauten herzustellen, sie erfüllt diese Verpflichtung aber nur ungenügend. Im Jahre 1878 schlossen die Treuhänder des Museums mit der Stadt New York ein Abkommen, dem zufolge die Stadt die Gebäude errichten, einrichten und unterhalten sollte, während die Treuhänder für die Sammlungen sorgen sollten. Die andauernde Unterstützung der Treuhänder und der Freunde (namentlich seit 1888, wo eine umfassende Forschertätigkeit einsetzte) hat die schönsten Sammlungen in der Welt zusammengebracht, die nicht nur großen wissenschaftlichen, sondern ebenso großen Wert für den Unterricht besitzen. Seit vielen Jahren haben die Zuwendungen der Stadt nicht genügt, um das Material auch nur annähernd unterzubringen und auszustellen. Seit dem Jahre 1905 ist kein Gebäude mehr errichtet worden. Mittlerweile haben sich aber die Sammlungen an Umfang verdoppelt und eine Anzahl neuer, dem Unterricht gewidmeter wichtiger Abteilungen ist eröffnet worden. So ist das Museum jetzt, wie der Bericht schreibt, in der Lage einer Familie, die über ihr Heim hinausgewachsen ist, eines Geschäftes, das über seine Geschäftsräume hinausgewachsen ist, eines Industriekonzerns, der über seine Fabrikgebäude hinausgewachsen ist. Der ganze verfügbare Raum des gegenwärtigen Baues ist von der Dachkammer bis zum Keller ausgenutzt, aus zwei großen, früher für Ausstellungszwecke benutzten Hallen mußte man sogar die Sammlungen entfernen, um für das sich ansammelnde Material Raum zu schaffen. Das Museumsgebäude ist groß, aber doch verhältnismäßig klein, wenn man bedenkt, daß es in der größten, reichsten und bevölkersten Stadt in Amerika, wie New York es geworden ist, steht. Keine andere Stadt in den Vereinigten Staaten hat öffentliche Einrichtungen, in denen so viel mit so geringen Unkosten für die Gemeinde zuwege gebracht wird. Die Gebäude, deren Errichtung im Augenblick am dringendsten ist, würden etwa 3 Millionen Mark beanspruchen. Die Not um die Gebäude ist so groß, daß sich die Treuhänder zur Errichtung des Gebäudes aus privaten Mitteln entschließen würden, wenn das nicht die Stadt New York dazu veranlassen würde, sich ihrer Verantwortlichkeit zur Erfüllung des Vertrages aus dem Jahre 1878, den die Stadt übrigens bisher treulich erfüllt hat, überhoben zu sehen.

Nicht nur das Publikum, sondern vor allem auch reiche Gönner bringen dem Museum werktätiges Interesse entgegen, ein Interesse, das bei uns zu Lande

¹⁾ C. Döllner, N. J. f. Min. (1890) I, 118; J. Lemberg, Z. d. deutsch. geol. Ges. 1883—1887; St. Thugutt, Z. f. anorg. Chemie 2 (1891), 64; N. J. f. Min. B. B. IX (1894), 554.

²⁾ E. T. Allen, J. L. Crenshaw usw., Z. f. anorg. Chemie 76 (1912), 201; 79 (1913), 125; 90 (1914), 107.

leider nicht existiert. Das Naturhistorische Museum in New York genießt alle die Vorteile, die bei uns, wenn auch in europäisch verkleinertem Maßstabe, dank der Bemühungen *Wilhelm Bodes*, *Tschudis* und anderer Museumsleiter allenfalls die Kunstmuseen genießen; selbst im Kriege sind Millionen zum Erwerb einiger weniger Kunstwerke an die Museen hergegeben worden. Was *Bode* für das Kaiser-Friedrich-Museum zuwege gebracht hat, ist *Oskar v. Miller* in noch größerem Maßstabe für das Deutsche Museum in München geglückt, und auch die Geldspenden für die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft müssen hier erwähnt werden. Mag immerhin die Eitelkeit, in der Öffentlichkeit als Geber genannt zu werden, bei vielen die Hauptveranlassung abgeben, als Gönner der Kunst, der Technik, der Wissenschaft aufzutreten — gleichviel, das Geld wird geopfert, weil der Anreiz zum Geben dauernd in der einen oder der anderen Weise in Erinnerung gebracht wird. Wann wird der Opferstock für die Schaffung eines Naturhistorischen Museums, wie es New York besitzt, ja wie es — wenn auch nicht annähernd so schön — London im South Kensington Museum besitzt, in Berlin aufgestellt werden? In mancher Beziehung sind uns die Amerikaner dank ihrer Mittel, aber auch dank ihrer Bereitwilligkeit, es für solche Dinge herzugeben, weit voraus. Und tatsächlich ist durch diese Opferwilligkeit in dem Naturhistorischen Museum in New York ein Institut erstanden, dem in Deutschland überhaupt nichts Ähnliches an die Seite gestellt werden kann.

Der Jahresbericht zeugt von einer erstaunlichen Weiterentwicklung der einzelnen Abteilungen während des letzten Jahres. Eine der jüngsten ist die für öffentliche Hygiene. Die Darstellung der von Insekten erzeugten und übertragenen Krankheiten ist energisch gefördert worden, so z. B. die Ausstellungsgegenstände, die sich mit der Hausfliege und ihren Beziehungen zu Krankheiten beschäftigen. Die Lebensgeschichte und die bevorzugten Brutplätze der Fliege werden gezeigt, die Vermehrung der Nachkommenschaft eines einzelnen Paares während eines Sommers veranschaulicht. Eine große Gruppe, die die Lebensgewohnheiten darstellen soll, zeigt einen Stall und eine Scheuer, ein Kornfeld und einen Gemüsegarten in der Ferne und im Vordergrund die hauptsächlichsten natürlichen Feinde der Fliege mit Einschluß der Henne, der Kröte, der Schwalbe, der Fledermaus, der Wespen, Spinnen und Hundertfüßer. Die Beziehung der Fliege zur Ausbreitung des Typhus und der Kindersterblichkeit wird veranschaulicht, ferner praktische Methoden, um der Fliegenplage Herr zu werden, Vorkehrungen, um Larven und ausgewachsene Fliegen zu beseitigen usw. Die Abteilung, die den Moskitos und den von ihnen übertragenen Krankheiten gewidmet ist, ist erweitert worden. Hospitäler in Panama während des französischen Regimes werden gezeigt im Vergleich mit den jetzt in Betrieb befindlichen modernen Hospitälern, die Bekämpfung der Malariamoskitos durch Ausräucherung, die Lebensgeschichte des Malariamoskitos und die Vernichtung der Moskitos durch Öl und durch Raubfische. Das wichtigste Einzelobjekt, um das die Abteilung bereichert worden ist, ist ein bemerkenswert ins einzelne gehendes und genaues Modell der Kleiderlaus, der Überträgerin des Flecktyphus, ein Modell von der 100-fachen Länge des Insekts. Durch besondere Geldzuwendun-

gen — als Geber wird auch der zu dem bekannten Hamburger Hause gehörige Deutsche *Felix M. Warburg* genannt — war es möglich, die Arbeit des Museums an lebenden Bakterien besonders zu fördern. Das Laboratorium hatte zur Zeit der Berichterstattung 695 verschiedene Bakterienkulturen in Arbeit. Während des Jahres 1915 wurden 3404 Kulturen unentgeltlich an Universitätslaboratorien und Gesundheitsämter abgegeben, mit den seit der Eröffnung des Laboratoriums abgegebenen zusammen 11 216 Kulturen. Über 400 verschiedene Institute haben von der Hilfeleistung profitiert. Die von den Geldgebern in einem kritischen Zeitpunkte geleistete Hilfe hat so die Fortsetzung eines einzigartigen Dienstes möglich gemacht, den das Museum Hunderten von gelehrten Instituten über die ganze Welt leistet, eine Dienstleistung, die „die Desorganisation der wissenschaftlichen Arbeit in Europa“ von besonderer Wichtigkeit gemacht hat. Es darf hier wohl besonders auf das Selbstgefühl hingewiesen werden, mit dem der Bericht des amerikanischen Institutes von der Desorganisation der wissenschaftlichen Arbeit in Europa spricht, und von der Hilfe, die es selber dem alten Kontinent geleistet hat.

Besondere Neuerwerbungen verzeichnet die Abteilung für Paläontologie, auf die aber nicht eingegangen zu werden braucht, da der Abelsche Aufsatz, der kürzlich hier veröffentlicht worden ist, auf einer Veröffentlichung dieser Abteilung des Museums basiert. Das bei Gustav Fischer in Jena erschienene *Handwörterbuch der Naturwissenschaften* hat, wie der Bericht hervorhebt, nahezu die Hälfte seiner paläontologischen Illustrationen amerikanischen Museumsquellen entnommen. In dem Bericht über die Sammlung der Fische wird besonders hervorgehoben, daß die betreffende Abteilung an der Wiedereröffnung (durch die British Association) eines alten fossilen Steinbruches in Schottland teilnehmen konnte, der eine Zeitlang berühmt war wegen seiner Ausbeutung an seltenen fossilen Fischen, der aber seit drei oder vier Dezennien geschlossen war. Aus diesem Steinbruch erhielt das Museum fünf große Sandsteinplatten, bedeckt mit Fischen, von denen einige ausgezeichnet erhalten waren, und die samt und sonders interessant und wichtig sind als die ersten in Amerika befindlichen Stücke dieses klassischen Materials. Auch ein lebensgroßes Modell, acht Fuß lang, von dem fossilen Fisch *Dinichthys* ist präpariert worden und aufgestellt. Es ist die erste Wiederherstellung dieses Fisches, die überhaupt je versucht worden ist. Er gehört zu den gewaltigsten Fischen des Paläozoikums.

Die Bibliothek umfaßt 68 636 gebundene Bände und Flugschriften.

Als Zugänge von ganz besonderem Wert zu der Bibliothek verzeichnet der Bericht die farbig illustrierte Ausgabe der berühmten „Altertümer von Mexiko“ von *Kingsborough*, ein Monumentalwerk in neun Bänden, das von 1831 bis 1848 publiziert worden ist. Von deutschen Werken bezeichnet der Bericht als Zugang zur Bibliothek „Die Käfer Europas“ von *Küster* und *Kraatz*, „Faunae Insectorum Germaniae initia Deutschlands Insekten“, gesammelt von *Georg Wolfgang Franz Panzer* 1796 bis 1844, ferner das „Entomologische Archiv“ von *Dr. Theodor Thon*, Bände I und II, 1829 bis 1831. —

B.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 46.

17. November 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Entwicklung der Bildtelegraphie in den letzten zehn Jahren. Von *Prof. Dr. Arthur Korn, Berlin-Charlottenburg*. S. 689.

Die Mißbildungen der Schmetterlinge und Versuche zu ihrer künstlichen Erzeugung. Von *Dr. Erwin Christeller, Berlin*. S. 696.

Chemische Mitteilungen:

Zur Vitaminfrage. Ueber das N-Allylnorcodein, einen Antagonisten des Morphins. Ueber die stufenweise katalytische Reduktion des Ace-

tylens. Ueber die Einwirkung des Sauerstoffs auf Metalloxyde bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur. Die Wirkung des Calciums in einem Entladungsrohre. S. 701—702.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. S. 702—704.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung

Vorschläge und Forderungen für Ärzte, Juristen und Soziologen

Von

Prof. Dr. Albert Neisser,

Geh. Medizinalrat, Direktor der Königl. Universitäts-Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten, Breslau

Mit einem Bildnis in Heliogravüre

Preis Mk. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Billig Verladen und Fördern

Eine Zusammenstellung der maßgebenden Gesichtspunkte für die Schaffung von Neuanlagen nebst Beschreibung und Kritik der bestehenden Verlade- und Fördermittel unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit

Von

Dipl.-Ing. Georg von Hanffstengel

Beratender Ingenieur, Privatdozent an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin

Mit 100 Textfiguren — Steif broschiert Preis M. 3.20.

Die Förderung von Massengütern

Von

Dipl.-Ing. Georg von Hanffstengel

Beratender Ingenieur, Privatdozent an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin

I. Band

Bau und Berechnung der stetig arbeitenden Förderer

Zweite, vermehrte Auflage

Mit 488 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 9.—

II. Band

Förderer für Einzellasten

Zweite, vermehrte Auflage

Mit 494 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

Soeben erschien:

Hebe- und Förderanlagen

Ein Lehrbuch für Studierende und Ingenieure

Von

H. Aumund

Professor an der Kgl. Technischen Hochschule Danzig

Band I

Anordnung und Verwendung der Hebe- und Förderanlagen

Mit 606 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 42.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

17. November 1916.

Heft 46.

Über die Entwicklung der Bildtelegraphie in den letzten zehn Jahren.

Von

Prof. Dr. Arthur Korn, Berlin-Charlottenburg.

Wir haben bei der Ausbildung technischer Methoden und Apparate die experimentelle Entwicklung und die praktische Betriebsorganisation zu unterscheiden; die letztere ist bei der Bildtelegraphie bisher über ein primitives, wenn auch recht interessantes Anfangsstadium nicht hinausgekommen; ein wirklich praktisches Interesse hat die telegraphische Übertragung von Photographien im allgemeinen nur auf weite Entfernungen; die seit 1907 eingerichteten Betriebe zwischen entfernten Hauptstädten sind durch den Krieg unterbrochen worden, und die jetzt besonders belasteten Fernsprechnetze können zurzeit auch nicht für einen Betrieb der Bildtelegraphie im Inlande und in den verbündeten Ländern benutzt werden. Eine neue Betriebsorganisation ist daher erst wieder mit dem Eintritte ruhigerer Zeiten zu erhoffen. Ganz getrennt von den Organisationsbestrebungen ging die experimentelle Entwicklung der Methoden und Apparate, über welche hier kurz berichtet werden soll.

A. Die Methoden zur Übertragung von Photographien durch Linien kleiner Kapazität (im besonderen Fernsprechnetze).

1. Die Methode der lichtelektrischen Zellen, im besonderen die Selenmethode.

Hier wird die zu übertragende Photographie mit Hilfe einer lichtempfindlichen Zelle, am besten einer Selenzelle, abgetastet, d. h. man bedient sich eines das zu übertragende Bild darstellenden transparenten Films, konzentriert das Licht einer konstanten Lichtquelle auf ein Element des Films, lässt das durchgehende Licht auf die lichtempfindliche Zelle fallen und erhält in der Intensität des durch die Zelle von einer konstanten Batterie gesandten elektrischen Stromes ein Maß der Helligkeit des durchstrahlten Bildelementes; indem man sukzessive alle Elemente der Photographie in dieser Weise in bezug auf ihre Helligkeit mißt bzw. in Stromintensitäten umsetzt, hat man ein Mittel, an einem entfernten Empfangsorte aus den eintreffenden Stromintensitäten das Bild sukzessive wieder zusammenzusetzen. Die hierbei zu benutzende Eigenschaft des Selen, seinen elektrischen Widerstand entsprechend seiner Belichtung zu verkleinern, ist mit einigen Schattenseiten behaftet; einmal ist der elektrische Widerstand der Selenzellen sehr groß, und die Intensitäten

der zur Verfügung stehenden Linienströme sind daher sehr klein; im allgemeinen gehen die Maxima der Ströme, welche hier zur Verwendung kommen können, nicht über 1 Milliampere hinaus; weiterhin haften den Selenzellen gewisse Trägheitseigenschaften an, welche der Schnelligkeit der Übertragungen hinderlich sind. Wenn dennoch nach den Vorarbeiten in den Jahren 1902—1906 mir im Jahre 1907 die erste Übertragung einer Photographie mit Hilfe der Selenmethode zwischen München und Berlin gelang und sich daran eine große Zahl solcher Übertragungen auch zwischen anderen entfernten Städten schloß, so war dies einmal nur dadurch möglich, daß für die Übertragungen gut isolierte Fernsprechnetze zur Verfügung gestellt wurden, und zweitens dank der Benützung meines Selenkompensators, welcher im wesentlichen aus einer zweiten, der Fühlerzelle entgegengeschalteten Selenzelle besteht, die in ähnlicher Weise wie die Fühlerzelle belichtet wird und durch ihre Trägheitserscheinungen die Trägheitserscheinungen der Fühlerzelle merklich kompensiert.

Sobald die Isolation der Linie nicht besonders gut war, ergaben sich bereits erhebliche Störungen durch Nebenleitungen; die Geschwindigkeit der Übertragungen konnte so weit gesteigert werden, daß eine einfache Photographie, z. B. ein Porträt, in 6—12 Minuten z. B. von München nach Berlin (ca. 600 km) übertragen werden konnte. Eine weitere Steigerung der Übertragungsgeschwindigkeit verhinderte bereits wieder der Umstand, daß trotz der Kompensation, die naturgemäß nur unvollständig sein kann, die Trägheitsfehler in störender Weise hervortreten. Bezüglich des Empfangsverfahrens mag kurz erwähnt werden, daß die Aufnahme im Empfänger photographisch dadurch bewerkstelligt wird, dass die Elemente eines Aufnahmefilms sukzessive, in Harmonie mit der Abtastung des Senderfilms, von einer Lichtquelle belichtet werden, deren Strahlen, entsprechend den ankommenden, den Helligkeiten der Bildelemente im Geber korrespondierenden Stromintensitäten weniger oder mehr geschwächt werden. Die Einrichtung, welche sich hier am besten bewährt hat, besteht in der Verwendung eines Saitengalvanometers, durch welches die ankommenden Linienströme hindurchgeschickt werden; das Saitengalvanometer hat für diesen Zweck eine besondere Form; es besteht aus zwei zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten ausgespannten, dünnen Metallfäden, auf welche in der Mitte ein winziges Aluminiumblättchen aufgeklebt ist; das Blättchen dient als Blende für die von der Licht-

quelle auf den Aufnahmefilm gesandten Lichtstrahlen; je größer die Linienströme sind, je heller also die Elemente des Originalbildes im Geber getönt sind, um so mehr wird das Blättchen, das in der Nullage alle Lichtstrahlen abblendet, abgelenkt, und um so mehr Licht fällt auf den Empfangsfilm, so daß somit ein negatives Bild auf dem Empfangsfilm entsteht, von dem dann das positive Bild in gewünschter Anzahl kopiert werden kann.

Das wichtige Merkmal dieser Methode ist, daß bei derselben *quantitativ abgestufte Ströme*, entsprechend den Helligkeiten der zu übertragenden Bildelemente, durch die Linie fließen, und daß im Empfänger auch wieder richtige Photographien mit quantitativ abgestuften Helligkeiten entstehen. Zu dieser Art von Methoden, welche wir als *phototelegraphisch* bezeichnen wollen, gehört auch die gelegentlich versuchte *Relief-*



Fig. 1. Mit Hilfe der Selenmethode in 12 Minuten übertragene Photographie.

methode, die sich im Geber einer reliefartigen Photographie bedient, bei welcher, wie bei den Kohle- und Pigmentdrucken, die Helligkeit jedes Bildelementes durch sein Relief zum Ausdruck kommt. Man läßt bei der Reliefmethode einen Taststift über die (Relief-) Photographie im Geber gleiten und sorgt dafür, daß dieser Taststift je nach dem Relief des Bildes mehr oder weniger gehoben wird und hierbei in die Linienströme mehr oder weniger Widerstand einschaltet. Die Hoffnung, daß man auf diese Weise durch die Ausschaltung der lichtempfindlichen Zellen, unter Ausnützung der rein mechanischen Bewegung des Taststiftes, eine größere Übertragungsgeschwindigkeit als bei der Selenmethode erzielen könnte, hat sich nicht erfüllt, im Gegenteil; obwohl auf diese Methode, namentlich in Frankreich, viel Mühe

verwandt wurde, konnten die erzielten Resultate weder in der Qualität, noch in der Übertragungsgeschwindigkeit an die Resultate der Selenmethode heranreichen.

Die Schwierigkeit der Selenmethode, welche in den obigen Ausführungen hervorgehoben wurde, wird dagegen bei der zunächst zu besprechenden telautographischen Methode vermieden, welche für die Übertragungen von Photographien über lange Leitungen kleiner Kapazität (Fernsprechleitungen bis zu 1500 km) sehr geeignet ist.

2. Die telautographische Methode.

Diese Methode geht, in bezug auf die Übertragung von Zeichnungen und Handschriften, bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Die zu übertragende Handschrift oder Zeichnung wurde auf einem Metallzylinder mit einer die Elektrizität nicht leitenden Tinte aufgetragen, und ein Taststift tastete zeilenweise den Zylinder ab, indem er jedesmal, wenn er auf eine leitende Stelle kam, einen zum Empfänger gehenden Strom schloß, während derselbe so lange geöffnet bleibt, wie der Taststift auf nichtleitenden Teilen der Zylinderoberfläche schleift. Die Reproduktion im Empfänger mit Hilfe der ankommenden Ströme erfolgte früher elektrochemisch, indem auf einem geeignet chemisch präparierten Papier von einem Schreibstift jedesmal ein Zeichen markiert wurde, wenn ein Linienstrom eintraf, während keine Markierung entstand, solange der Linienstrom ausblieb, oder elektromechanisch, indem der Schreibstift jedesmal auf das Empfangspapier niedergedrückt wurde, wenn ein Strom durch die Linie floß, während wieder keine Markierung entstand, solange der Linienstrom ausblieb. Um Photographien auf diesem Wege zu übertragen, muß die betreffende Photographie erst mit Hilfe des in der Autotypie gebräuchlichen Rasterverfahrens in ein Schwarz- und Weißbild verwandelt werden. Man kopiert sie zu diesem Zwecke durch ein Glasraster, das für diese Zwecke aus einer großen Zahl paralleler, dicht aneinander liegender, in eine Glasplatte eingeritzter Linien besteht, auf eine mit Chromgelatine überzogene Metallplatte. Die Chromgelatine wird an den vom Licht getroffenen Stellen für Wasser unlöslich, und wenn man nach dem Kopierprozeß die Platte wäscht, bleiben die nicht belichteten Stellen als ein die Elektrizität nicht leitender Überzug zurück. Die Kopie hat bei dem Rasterverfahren die besondere Eigenschaft, daß an den belichteten Stellen die Zwischenräume zwischen den Rasterlinien (als metallisch reine Stellen) dem Grade der Helligkeit der Tönung entsprechend verkleinert erscheinen. Man kann nunmehr ein solches Klischee zum Zwecke der telautographischen Übertragung von einem Taststifte in derselben Weise abtasten lassen, wie wir dies soeben für Handschriften und Zeichnungen auseinandergesetzt haben, welche mit einer nichtleitenden

Tinte auf einer metallischen Oberfläche aufgetragen sind.

Wenn sich bereits für Handschriften und Zeichnungen der elektrochemische und der elektromechanische Empfang als für praktische Zwecke zu langsam erwies, so gilt dies um so mehr, wenn es sich um die telautographische Übertragung solcher Rasterphotographien handelt; das photographische Aufnahmeverfahren mit Hilfe des Saitengalvanometers brachte auch hier eine für praktische Zwecke genügende Übertragungsgeschwindigkeit, und diese Methode wurde von mir im Verein mit meinem Mitarbeiter und Freunde *Glatzel* — der im Jahre 1914 auf dem Felde der Ehre gefallen ist — in den Jahren 1908 bis 1914 technisch sorgfältig durchgearbeitet, so daß bei Übertragungszeiten von etwa einer Viertelstunde ganz ausgezeichnete Resultate über ziemlich lange Fernsprechlinien (bis ca. 1500 km) gelangen. Das für den Empfang bei telautographischen Übertragungen verwandte Saitengalvanometer ist wesentlich einfacher als das Empfangsinstrument bei der Phototelegraphie; es besteht in diesem Falle, wie bei den Anwendungen in der Experimentalphysik im allgemeinen und für physiologische Zwecke, aus einem einzigen dünnen Metallfaden, der zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten ausgespannt ist; wie bei dem phototelegraphischen Empfänger dient das Saitengalvanometer wieder dazu, bei Eintreffen von Linienströmen, welche durch den Faden des Galvanometers hindurchgehen und diesen ablenken, Licht auf ein Element des Empfangsfilms fallen zu lassen, während der Faden das Licht in der Ruhelage, wie eine Blende, hieran verhindert. Bei der telautographischen Methode gibt es entweder Strom oder nicht, im Gegensatz zu der phototelegraphischen Methode, bei welcher quantitativ abgetönte Ströme durch die Linie zum Empfänger gesandt werden. Da bei der telautographischen Methode auch wesentlich größere Ströme zur Verfügung stehen (es werden im allgemeinen Ströme von 10—20 Milliampere verwandt), kann der Metallfaden des Saitengalvanometers, das nun nicht mehr so empfindlich zu sein braucht, stärker gespannt werden, und man gewinnt auf diese Weise eine größere Rapidität; die Übertragungsgeschwindigkeit kann so weit gesteigert werden, daß bis zu 2000 Zeichen in der Sekunde registriert werden; die Grenze liegt dabei bisher noch nicht in dem Empfangsinstrument, sondern in der Kapazität der Leitungen, welche bei größeren Entfernungen, obwohl man bereits die besten Fernsprechleitungen verwendet, und trotz Anwendung der zur Überwindung der durch die Kapazität hervorgerufenen Fehler üblichen Kunstgriffe eine größere Rapidität nicht mehr zuläßt.

Die telautographische Methode ist der phototelegraphischen Methode für die praktischen Anwendungen zweifellos überlegen, wenn auch die letztere die interessantere ist, und wenn auch

die Resultate der letzteren bei günstigen Bedingungen weichere, künstlerischen Ansprüchen mehr genügende Tönungen darbieten.

B. Die Methoden zur telegraphischen Übertragung von Photographien zwischen entfernten Orten mit beliebiger telegraphischer Verbindung (mit metallischer Leitung oder drahtlos).

Nachdem die phototelegraphische Methode bei den Übertragungen durch Fernsprechlinien in den Jahren 1908—1914 durch die telautographische Methode überholt war, reifte inzwischen ein neuer Erfolg für die erstere Methode auf einem Gebiete, in welchem die telautographische Methode nicht konkurrieren kann, nämlich bei

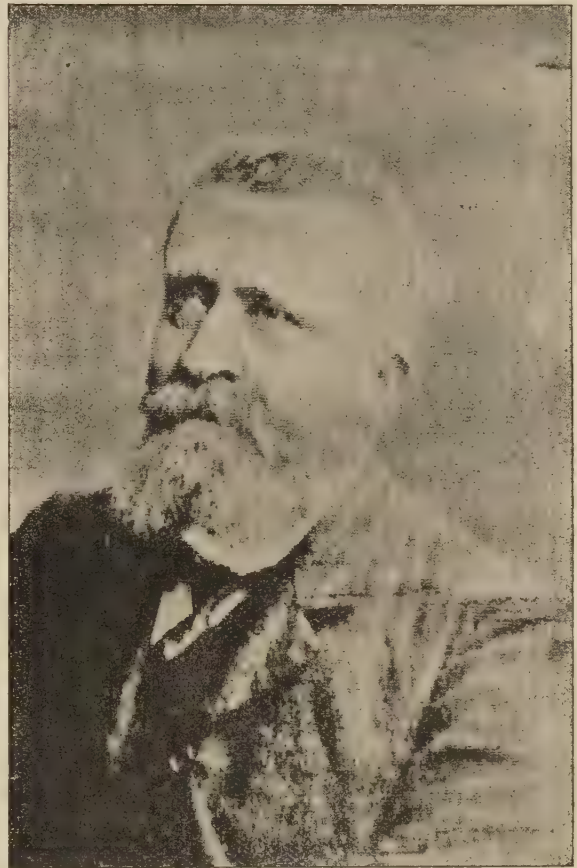


Fig. 2. Telautographisch in 15 Minuten übertragene Photographie.

der Anwendung auf Übertragungen durch lange Linien großer Kapazität. Wenn man eine Photographie durch eine lange telegraphische Linie großer Kapazität, im besonderen durch lange Seekabel, übertragen will, kann man auf große Transmissionsgeschwindigkeiten, wie bei den Übertragungen durch Fernsprechlinien (also etwa 15 Minuten für eine gewöhnliche, nicht allzu viele Einzelheiten enthaltende Photographie), nicht mehr rechnen; man muß sich darauf beschränken, die Linie mit Hilfe einer nach Mög-

lichkeit großen Telegraphiergeschwindigkeit auszunützen und die Tönungen der einzelnen Bildelemente mit möglichster Genauigkeit zu übertragen. Das ist in diesem Falle nur möglich, indem man jeder Helligkeit eine bestimmte Zeichenkombination oder einen Buchstaben des Alphabets korrespondieren läßt, ein das Bild darstellendes Telegramm aus solchen Zeichen oder Buchstaben zusammensetzt und dann in der gewöhnlichen Weise telegraphiert. Am Empfangsort ist aus dem empfangenen Telegramm das Bild zu rekonstruieren.

Wir haben somit zwei Aufgaben zu lösen:

1. Jedes Bildelement ist in bezug auf seine Helligkeit zu messen und jeder Helligkeitsmaßzahl eine bestimmte Zeichenkombination oder ein bestimmter Buchstabe des Alphabets zuzuordnen. Der großen Anzahl von Bildelementen entsprechend, welche eine Photographie zusammensetzen, ergibt sich eine lange Reihe von Zeichenkombinationen oder Buchstaben, welche wie ein gewöhnliches Telegramm zum Empfangsorte übersandt werden sollen.
2. Die Rekonstruktion des Bildes aus dem empfangenen Telegramm auf der Empfangsstation.

Die eigentliche telegraphische Übertragung wird hier von Telegraphenbeamten ohne Zuhilfenahme besonderer neuer Apparate besorgt; die Übertragung ist durch jede beliebige Linie möglich, sie kann auch auf drahtlosem Wege bewerkstelligt werden. Die Arbeit der besonderen auf diese Art der Bildtelegraphie bezüglichen Apparate ist in diesem Falle reine Laboratoriumsarbeit; am Gebeorte wird durch reine Laboratoriumsarbeit aus dem Originalbilde das zu übersendende Telegramm konstruiert; am Empfangsorte wird aus dem empfangenen Telegramme das Bild rekonstruiert. Die vorher besprochenen direkten Methoden, welche für Linien kleiner Kapazität geeignet sind, unterscheiden sich darin merklich von dieser jetzt zu besprechenden Methode, indem bei den ersteren während der Übertragung die Hilfe der Beamten des gewöhnlichen Telegraphenbetriebes ausgeschaltet wird, da man bei der direkten Methode die Telegraphen- bzw. Fernsprechklinie zwischen die beiden bildtelegraphischen Stationen am Gebeorte und am Empfangsorte einschaltet; bei der direkten Methode entsteht, gleichzeitig mit der Abtastung des Originalbildes am Gebeorte, das Bild auf dem Empfangsfilm der Empfangsstation.

Lösung der ersten Aufgabe: Analyse des Originalbildes und Darstellung desselben durch einen Lochstreifen, dessen Lochkombinationen fortlaufend den Tönungen der das Bild zusammensetzenden Bildelemente entsprechen, oder durch ein Buchstabentelegramm.

Für die Lösung dieser Aufgabe bewährt sich wieder die phototelegraphische Methode am

besten: die Messung der Tönung der Bildelemente mit Hilfe einer Selenzelle oder noch besser — zur möglichsten Ausschaltung der Trägheitserscheinungen, welche den Selenzellen anhaften — mit Hilfe eines geeigneten Paares von Selenzellen. Das Originalbild wird, wie bei der direkten phototelegraphischen Methode, in der Form eines transparenten Films auf einen Glaszylinder aufgewickelt, welcher drehbar eingerichtet ist, und zwar mit Hilfe einer Schraube auf der Achse so, daß er sich bei jeder Umdrehung ein klein wenig (um „eine Zeile“) in der Achsenrichtung verschiebt. Man läßt das Licht einer hellen, konstanten Lichtquelle (Nernstlampen haben sich hierfür am besten bewährt) mit Hilfe eines Linsensystems auf ein kleines Element der Photographie fallen; das Licht durchsetzt die Photographie und den Glaszylinder und fällt auf die Oberfläche einer Selenzelle, durch welche der Strom einer konstanten Batterie geleitet wird. Da je nach den Tönungen des von dem Lichtbündel durchsetzten Bildelementes mehr oder weniger Licht auf die Selenzelle fällt, so wird entsprechend der durch die Zelle gehende Strom größer oder kleiner sein. Bei einer Rotation des Glaszylinders, die bei der beschriebenen Anordnung schraubenförmig ist, bei einer kleinen Ganghöhe, werden alle Bildelemente der Photographie zwischen Lichtquelle und Selenzelle hindurchgezogen, und die entstehenden Ströme entsprechen in ihren Intensitäten fortlaufend den Tönungen der durchleuchteten Bildelemente. Zur Verringerung der durch die Trägheit der Selenzellen bedingten Fehler werden die Stromintensitäten durch die geeignete Anordnung einer zweiten Selenzelle korrigiert, welche ähnlichen Belichtungen, wie die Fühlerzelle, ausgesetzt wird und durch ihre Widerstandsänderungen der Fühlerzelle entgegenwirkt. Die ausführliche Beschreibung der Kompensationsanordnung und die Theorie der Kompensation würde hier zu weit führen, es möge genügen, daß die durch die Anordnung korrigierten Ströme mit wesentlich größerer Genauigkeit den Tönungen der durchleuchteten Bildelemente entsprechend auf- und absteigen, als bei Benützung einer einzigen Fühlerzelle.

Bei der direkten Methode wurden die in fortlaufender Reihe sich ergebenden, den durchleuchteten Bildelementen entsprechenden Ströme durch die Fernleitung zur Empfangsstation gesandt, wo aus den fortlaufend eintreffenden Strömen sogleich das Bild auf photographischem Wege rekonstruiert wurde, wie wir dies S. 689 bei der kurzen Beschreibung der direkten phototelegraphischen Methode andeuteten. Bei der jetzt zu besprechenden Methode sollen die Ströme in reiner Laboratoriumsarbeit dazu verwandt werden, ein „Zwischenklischee“ anzufertigen, welches die Reihe der Bildelemente in einem Lochstreifen oder in einer Buchstabenreihe darstellt, derart, daß fortlaufend die Lochkombinationen des Lochstreifens oder die Buchstaben der Buchstaben-

reihe den Tönungen der durchleuchteten Bildelemente entsprechen, nach Festsetzung einer bestimmten Skala der Tönungen, der bestimmte Lochkombinationen und bestimmte Buchstaben entsprechen.

Der Ausführung dieser ziemlich naheliegenden und gelegentlich schon früher ausgesprochenen Idee stand eine recht große Schwierigkeit gegenüber: es galt, mit Hilfe der schwachen durch die Selenmethode zur Verfügung gestellten Ströme genügende, für die Lochung von Lochstreifen bzw. für den Druck von Buchstabentelegrammen ausreichende Arbeitsleistungen zu erzielen; es handelt sich hier um die Erzielung von Strömen, welche immerhin den zehnten Teil eines Ampère ausmachen, also etwa hundertmal größer sind als die zunächst durch die Selenmethode zur Verfügung gestellten Ströme. Man konnte zunächst daran denken, in irgendeiner Weise diese schwachen Ströme *in stetiger Weise proportional zu verstärken*¹⁾, doch ist das einzige hierfür zurzeit zur Verfügung stehende Hilfsmittel, die *Liebensch Röhre*, auf deren Einzelheiten hier nicht eingegangen werden kann, noch nicht exakt genug, um mit einiger Sicherheit herangezogen zu werden. Ein anderer Gedanke war, durch die schwachen Ströme den Spiegel eines Spiegelgalvanometers zu drehen und je nach der Drehung das Licht einer starken Lichtquelle, welches von dem Spiegelchen reflektiert wird, auf verschiedene Selenzellen fallen zu lassen, durch welche hindurch bei Belichtung Ströme auf einfache Stromrelais wirken und stärkere, entsprechend abgestufte Ströme in Wirksamkeit treten lassen. Wenn die Versuche, die ich anfänglich in dieser Richtung ausführte, auch zunächst das Ergebnis hatten, daß die Vielheit der hier benötigten Selenzellen zu größeren, der Betriebssicherheit entgegenstehenden Schwierigkeiten führte, ergaben sich doch Erfahrungen, welche mich schließlich zu einem neuen, auf einem etwas anderen Prinzip beruhenden, mit vorzüglicher Sicherheit arbeitenden *Stufenrelais* gelangen ließen.

Die schwachen von der Selenmethode gelieferten Ströme werden durch ein Drehspulgalvanometer geleitet, welches, ähnlich sehr gebräuchlichen Meßinstrumenten, einen Zeiger um so mehr dreht, je größer der durch das Instrument geleitete Strom ist. An den Enden des aus nichtleitendem Material gefertigten Zeigers sind Drahtstiftchen angebracht, welche sich, ohne zu berühren, an den Enden einer größeren Zahl metallischer Leitungen vorbeibewegen, so daß sie z. B. die Leitung hochgespannter Ströme (Teslaströme) dadurch vermitteln können, daß von den Enden der metallischen Leitungen Funken zu den Drahtstiftchen überspringen. Die beifolgende Fig. 3 möge die

¹⁾ Wenn dies einmal gelingen sollte, ist es auch möglich, über Leitungen mittlerer Kapazität die direkte Selenmethode so zu verbessern, daß wesentlich stärkere Linienströme zur Übertragung benützt werden können.

Anordnung dem Prinzip nach schematisch erläutern.

Durch 15 sei der aus nichtleitendem Material gefertigte Zeiger dargestellt, welcher durch die von der Selenmethode gelieferten, schwachen Ströme mehr oder weniger gedreht wird. Durch einen Generator von schwachen hochgespannten (Tesla-) Strömen — in der Figur ist durch 1 die sekundäre Teslaspule dargestellt — werden an den metallischen Enden 13 und 14 der von den Polen der Teslaspule 1 ausgehenden Leitungen hohe periodische Spannungen erzeugt, die Einfügung des Kondensators 2 empfiehlt sich aus leicht zu übersehenden Gründen; die an den Enden des beweglichen Zeigers 15 angebrachten Drahtstiftchen sind durch 16 und 17 dargestellt, sie bewegen

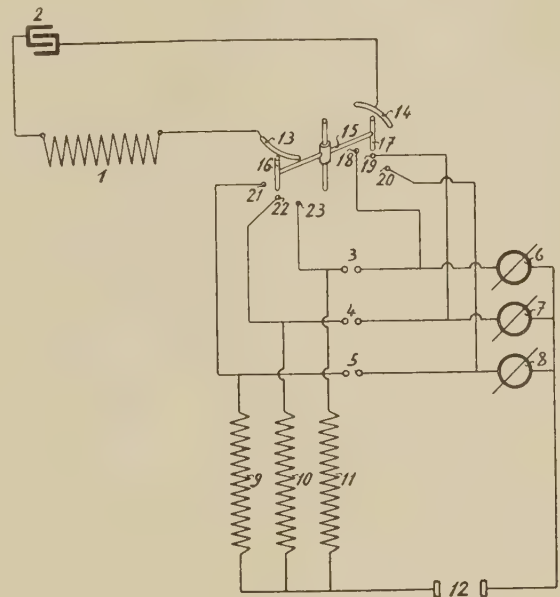


Fig. 3.

sich, ohne zu berühren, einerseits unter den segmentförmigen metallischen Leitungsenden 13 und 14 vorbei, andererseits über eine Reihe von Leitungsenden 18, 19, 20, 21, 22, 23, von denen auf jeder Seite nur je drei eingezeichnet sind, deren Anzahl aber erheblich vermehrt sein kann, entsprechend der Anzahl der Tönungen, welche man in der Skala der Bildtönungen unterscheiden will. Es sei schon hier bemerkt, daß man sich mit einer Skala von 10—15 Tönungen begnügen kann. Von 18 geht eine metallische Leitung über die Funkenstrecke 3 nach 23, von 19 über die Funkenstrecke 4 nach 22, von 20 über die Funkenstrecke 5 nach 21. Bei der mittleren Stellung des Zeigers 15 werden die Teslaströme den Weg von 13 über das Drahtstiftchen 16, über 22, die Funkenstrecke 4, über 20, das Drahtstiftchen 17 nach 14 nehmen, wobei die Luftzwischenräume durch Fünkchen überbrückt werden; bei dieser mittleren Stellung des Zeigers 15 wird also jedenfalls bei 4

ein Strom von Teslafünkchen erzeugt. Wenn sich nun aber der bewegliche Zeiger 15 dreht, so daß z. B. das Drahtstiftchen 16 dem Leitungsende 23 näher ist, als dem Leitungsende 22, das Drahtstiftchen 17 dem Leitungsende 18 näher, als dem Leitungsende 19, dann wählen die Teslaströme ihren Weg über die Funkenstrecke 3, u. s. f., wir können also erreichen, daß je nach der Stellung des beweglichen Zeigers 15, also je nach der Tönung des gerade durchleuchteten Bildelementes, Teslafünkchen in einer zugeordneten Funkenstrecke der Funkenstreckenreihe 3, 4, 5 . . . auftreten. Wesentlich ist, daß das die Teslaströme dirigierende Galvanometer in keiner Weise durch erhebliche Reibungskräfte in seiner Empfindlichkeit gestört wird, wie es der Fall sein würde, wenn man etwa die Galvanometernadel mechanische Kontakte an den Leitungsenden machen ließe. Ich benütze nun die Eigenschaft der Teslafünkchen, Strombögen über Luftstrecken zu zünden, die sonst von den an die Enden angelegten Spannungen nicht überwunden werden könnten. An den Enden der Funkenstrecken 3, 4, 5 . . . werden, mit Hilfe eines Wechselstromgenerators 12, Wechselstromspannungen erzeugt — bei meiner Anordnung von — 120 bis + 120 Volt —, und den Teslaströmen wird der Weg über den Generator 12 durch eingefügte, geeignet gewählte Selbstinduktionen 9, 10, 11 . . . verlegt. Ich kann so erreichen, daß der Stellung des Galvanometerzeigers entsprechend immer ein bestimmter der Wechselstrombögen 3, 4, 5 . . . gezündet wird; bei der Wechselstromnatur des Lichtbogens verlöscht derselbe von selbst, wenn er nicht von neuem durch Teslafünkchen gezündet wird (bei Gleichstrombögen würde der einmal gezündete Lichtbogen im allgemeinen bestehen bleiben). Über den Wechselstrombogen hinweg lasse ich nun Gleichstrom fließen — der Gleichstromgenerator kann mit dem Wechselstromgenerator 12 in Reihe geschaltet werden, es ist nur dafür zu sorgen, daß die Gleichstromspannung nicht groß genug ist, um die Strombögen bei einmaliger Zündung bestehen zu lassen; wir können dann, je nachdem der Bogen 3, 4, 5 . . . gezündet ist, z. B. polarisierte Relais 6, 7, 8 . . . in Tätigkeit setzen und mit Hilfe dieser die zur Lochung von Lochstreifen oder zum Druck von Buchstaben nötige Arbeit leisten. Es ist also gerade die Aufgabe gelöst, mit Hilfe der schwachen, durch die Selenmethode zur Verfügung gestellten Ströme mit genügender Sicherheit rasche und genügend starke Zeichen auszulösen.

Im besonderen können die Zeichen z. B. mit Hilfe eines Siemens & Halskeschen Schnelltelegraphen als Lochkombinationen in einem fortlaufenden fünfzeiligen Lochstreifen markiert werden.

Die Fig. 4 stellt ein kurzes Stück eines solchen Lochstreifens dar; jede Kombination einer Reihe von übereinanderliegenden Löchern stellt eine bestimmte Helligkeitsmaßzahl dar, und zwar, wenn wir die unterste Zeile mit 1, die oberste

mit 5 bezeichnen, entspricht die Helligkeitsmaßzahl

- 1 der Kombination 0,
- 2 der Kombination 1,
- 3 der Kombination 1, 2,
- 4 der Kombination 2,
- 5 der Kombination 1, 2, 4,
- 6 der Kombination 1, 4,
- 7 der Kombination 1, 3, 4,
- 8 der Kombination 3,
- 9 der Kombination 2, 3, 5,
- 10 der Kombination 2, 5,
- 11 der Kombination 2, 4, 5,
- 12 der Kombination 4,
- 13 der Kombination 4, 5,
- 14 der Kombination 5.

So würden die Helligkeitsmaßzahlen der durch den kurzen Streifen in Fig. 4 dargestellten Bildelemente aufeinander folgend durch die Zahlen 888776666665455544444432223344322222222222222 repräsentiert werden. Wir haben so eine Möglichkeit, eine Photographie zu analysieren und durch die Helligkeitsmaßzahlen ihrer Bildelemente in Gestalt eines solchen Lochstreifens darzustellen, der natürlich um so länger ist, je größer die Anzahl

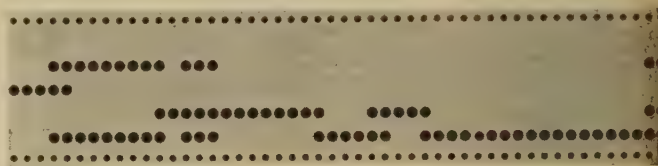


Fig. 4. Ein kurzes Stück eines Lochstreifens.

der Bildelemente ist, in welche wir die Photographie zerlegen. Es sei bemerkt, daß man die Genauigkeit bis zu einer Grenze führen kann, wie sie für die praktische Verwendung kaum benötigt wird; mit Rücksicht auf diese praktische Verwendung habe ich mich auch mit einer Skala von 14 Helligkeitsmaßzahlen bisher begnügt; man kann sich auch mit Rücksicht auf die Zerlegung im Bildelemente für die Zwecke der Bildtelegraphie einige Schranken auferlegen. Für ein Porträt genügt die Zerlegung in 10 bis 20 Tausend Bildelemente; für Gruppenbilder, Landschaften und feinere Einzelheiten enthaltende Photographien wird man in der Zerlegung natürlich erheblich weiter gehen.

Falls für andere Zwecke der Reproduktion, als für die Bildtelegraphie, einmal eine größere Genauigkeit erforderlich werden sollte, ist die Möglichkeit der Präzisierung vorhanden: Man kann an Stelle von einer 14 Maßzahlen enthaltenden Skala eine weit feiner geteilte Skala wählen, und man kann die Anzahl der Bildelemente, in welche man das Originalbild zerlegt, ganz außerordentlich groß, die Elemente selbst sehr klein wählen, wenn man den Originalfilm von vornherein erheblich vergrößert. Ich denke hier an die Möglichkeit, auf diesem Wege von einem Originalfilm aus für

die Zwecke des Rotationsdruckes gleichzeitig beliebig viele Klischees für den Druck herzustellen.

Es würde natürlich keine erheblichen Schwierigkeiten machen, an Stelle des Lochstreifens die fortlaufende Zahlenreihe der Maßzahlen für die Helligkeiten der Bildelemente automatisch drucken zu lassen, doch ist eine solche Zahlenreihe als Zwischenklischee für die praktische, telegraphische Übertragung nicht zweckmäßig; für diese Übertragung kommt entweder der Lochstreifen oder ein Buchstabentelegramm in Betracht, bei welchem jeder Maßzahl ein bestimmter Buchstabe zugeordnet wird. Ein solches Buchstabentelegramm kann man automatisch aus dem Lochstreifen mit Hilfe des Siemens & Halskeschen Schnelltelegraphen oder mit Hilfe einer natürlich zeitraubenden direkten Analyse des Lochstreifens herstellen.

Für die Übertragung durch transatlantische Kabel kommt einzig und allein das Buchstabentelegramm als Zwischenklischee in Betracht; man müßte sich nun eigentlich darauf gefaßt machen, daß tatsächlich für jedes einzelne Bildelement je ein Buchstabe zu kabein ist, das würde für ein einfaches Porträt die Zahl von 15 000 Buchstaben, also etwa 3000 Worte ergeben. Mit Rücksicht auf die praktische Verwendung ist es nun von größter Bedeutung, daß man die Anzahl der Buchstaben auf etwa den dritten Teil vermindern kann, indem man darauf Rücksicht nimmt, daß bei Photographien benachbarte Bildelemente in den meisten Fällen benachbarte Helligkeitsmaßzahlen haben, und daß nur in Ausnahmefällen größere Sprünge stattfinden. Man kann aus diesem Grunde für die Zwecke der Übertragung durch lange unterseeische Kabel bzw. für alle mit erheblichen Kosten verbundene Übertragungen die Helligkeitsmaßzahlen in ihrer Aufeinanderfolge durch drei Zeichen wiedergeben:

- +, wenn die Helligkeitsmaßzahl gegen die vorangehende um 1 steigt,
- , wenn sie um 1 fällt,
- 0, wenn sie gleich bleibt;

finden größere Sprünge statt, so sind in den betreffenden Ausnahmefällen besondere Zeichen zu setzen. Man kann nun je drei der Zeichen +, —, 0 zu einem Buchstaben kombinieren und so tatsächlich die Anzahl der Buchstaben des Telegramms auf nahe den dritten Teil herabsetzen. Die Auseinandersetzung der zweckmäßigsten Art dieser Kombinationen, also die Aufstellung eines „Code“ für die Kabelung von Bildern würde uns hier zu weit führen; derselbe ist bereits für die ersten Kabelübertragungen, welche nach Eintritt ruhigerer Zeiten stattfinden sollen, vorbereitet. Bei dieser Reduktion wird die Anzahl der Worte, welche für ein Porträt zu kabein sind, auf tausend ungefähr verringert, so daß sich eine solche Übertragung z. B. von England nach Nord-Amerika im Abonnements-tarif, wie er vor dem Kriege bestand, auf etwa 200 Mark belaufen würde; für Gruppenbilder oder

feinere Einzelheiten enthaltende Photographien, Landschaften u. dgl. würden sich die Kosten natürlich entsprechend höher stellen, es ist aber durchaus nicht ausgeschlossen, daß sich bei diesen Kosten für den Illustrationsverkehr der Zeitungen und für manche kriminalistische Zwecke ein praktischer Betrieb wird aufrecht erhalten lassen. Für telegraphische Linien, über welche Schnelltelegraphen funktionieren können, wie beispielsweise die Linie Berlin—Konstantinopel, für welche der Siemens & Halskesche Schnelltelegraph funktioniert, kann man sich der Lochstreifen ohne weiteres bedienen und an der Empfangsstelle auf telegraphischem Wege einen mit dem Lochstreifen am Gebeorte identischen Lochstreifen erzeugen.

Lösungen der zweiten Aufgabe: Reproduktion des Bildes mit Hilfe des an der Empfangsstelle empfangenen Lochstreifens oder Buchstabentelegramms.

1. Der einfachste Weg, welcher die billigste und am leichtesten zu installierende Apparatur



Fig. 5. Reproduktion mit Hilfe einer Schreibmaschine. erfordert, besteht darin, eine gewöhnliche Schreibmaschine zu benutzen, in welcher die Typen durch kleine Quadrate oder Kreise ersetzt sind, deren Dimensionen den Helligkeitsmaßzahlen der niederzuschreibenden Bildelemente entsprechend abgestuft sind.

Für diese primitivste Art der Reproduktion ist also an der Empfangsstelle nichts weiter erforderlich, als eine in der genannten Art abgeänderte Schreibmaschine, mit Hilfe deren die Bildelemente den durch das Buchstabentelegramm

bzw. durch die Lochkombinationen vorgeschriebenen Helligkeitsmaßzahlen entsprechend, Element für Element, zeilenweise niedergeschrieben werden.

Wenn das Bild, wie das hier reproduzierte Beispiel, mit der Hand geschrieben wird, kann natürlich eine gewisse Unsicherheit der Tönung nicht vermieden werden, da ein völlig gleichmäßiger Anschlag eine Unmöglichkeit ist, auch mit Ungleichmäßigkeiten des Farbbandes usw. gerechnet werden muß. Will man den Vorzug der mit der Hand zu bedienenden Schreibmaschine aufgeben, so kann man hier natürlich zu einer automatisch arbeitenden Schreibmaschine übergehen, welche die Tönungen auf mechanisch-elektrischem Wege von einem Lochstreifen abnimmt und, ohne



Fig. 6. Reproduktion auf photographischem Wege.

die Willkürlichkeiten des Anschlages mit der Hand, die Bildelemente niederschreibt. Eine besondere Bedeutung kann die automatische Klichierung der Empfangsbilder gewinnen, wenn dieselben, wie Schriftsätze, von den modernen Setzmaschinen zusammengestellt werden, indem wiederum in einfachster Weise die Typen durch kleine Quadrate oder Kreise abgestufter Dimensionen ersetzt werden.

2. Die Reproduktion des Bildes kann aber auch wieder auf photographischem Wege mit Hilfe des phototelegraphischen Empfangsapparates bewerkstelligt werden, indem man den das Bild darstellenden Lochstreifen durch den Sender des Siemens & Halskeschen Schnelltelegraphen laufen läßt und dafür sorgt, daß entsprechend den von dem Schnelltelegraphensender abgetasteten Lochkombinationen die auf den Empfangsfilm fallenden Lichtintensitäten abgestuft werden.

Der Sender des Schnelltelegraphen besteht im wesentlichen aus fünf Kontaktstiften, welche durch die Löcher des Lochstreifens, der über den Stiften vorbeiläuft, zu entsprechenden Stromschlüssen veranlaßt werden. Man kann nun ohne Schwierigkeiten Einrichtungen treffen, welche gestatten, für jede Lochkombination einen Strom von zugeordneter Intensität hervorzubringen, und die den verschiedenen Helligkeitsmaßzahlen zugeordneten Lochkombinationen sind gerade so gewählt, daß es möglich ist, mit Hilfe der den Lochkombinationen entsprechenden Kontakte Stromintensitäten zu erzeugen, welche den Helligkeitsmaßzahlen entsprechend zu- und abnehmen.

Wir leiten nun die so entstehenden Ströme, welche wieder in ihrer Intensität den Helligkeitsmaßzahlen der Bildelemente entsprechen, in den Empfangsapparat eines phototelegraphischen Empfängers, d. h. wir lassen die Ströme durch das Saitengalvanometer des phototelegraphischen Empfangsapparates fließen, dessen Ausschläge die Intensitäten des auf den Empfangsfilm fallenden Lichtes regeln. Auf dem Empfangsfilm kann so fortlaufend jedes Bildelement mit der ihm zukommenden Tönung photographisch reproduziert werden.

Dieses photographische Empfangsverfahren wird sich besonders in den Fällen empfehlen, in welchen das Bild am Empfangsorte als Lochstreifen durch den Siemens & Halskeschen Schnelltelegraphen empfangen wird. Beiläufig sei bemerkt, daß die Methode leicht auch für die Lochstreifen anderer Schnelltelegraphen umgearbeitet werden kann.

Die ersten hier unter Benutzung von Zwischenklischees erhaltenen Resultate (Fig. 5 und 6) sind zurzeit noch mit verhältnismäßig einfachen Mitteln erzielt worden; bei weiterer Ausarbeitung werden natürlich ganz erhebliche Vervollkommnungen eintreten; prinzipielle experimentelle Schwierigkeiten stehen diesen Vervollkommnungen nicht im Wege, das wesentliche hängt von den auf die Vervollkommnung aufzuwendenden materiellen Mitteln und von der entsprechenden Organisation ab. Diese wird zweifellos, wenn wieder Friede auf Erden sein wird, nachdem jetzt die allergrößten Schwierigkeiten auf experimentellem Wege überwunden sind, in wirkungsvoller Weise einsetzen.

Die Mißbildungen der Schmetterlinge und Versuche zu ihrer künstlichen Erzeugung¹⁾.

Von Dr. med. Erwin Christeller,

Assistenzarzt am pathologischen Institut des Krankenhauses im Friedrichshain, Berlin.

Die vergleichende Pathologie ist wohl der jüngste Sproß der die pathologischen Bildungen-

¹⁾ Die ausführliche Arbeit erscheint in den „Entomologischen Mitteilungen“, herausgeg. v. Ver. z. Förd. d. Deutsch. Entomol. Museums, Berlin-Dahlem.

formen und Prozesse der organisierten Welt erforschenden Wissenschaften.

Ihrem Wesen nach geeignet, sowohl auf die menschliche pathologische Anatomie und Physiologie, als auch in gleichem Maße auf Zoologie und Botanik befruchtend zu wirken, ist dieses Grenzgebiet der Forschung trotzdem eigentlich nur im erstgenannten Sinne ausgebeutet worden, nämlich von dem Gesichtspunkte her, aus ihm wesentliche Hilfen für die Aufklärung der menschlichen Pathologie zu gewinnen. Demgemäß hielt man sich stets mit Vorliebe an die dem Menschen zunächst stehenden Glieder des Tierreichs, die höheren Vertebraten.

Mit der entgegengesetzten Absicht die Erforschung dieses Gebietes zu betreiben, nämlich mit der Fragestellung, inwieweit pathologische Probleme im Tierreich hierbei einer Klärung entgegengeführt werden können, erscheint fast wie ein Wagnis.

Je mehr wir uns von den mit dem Menschen in Beziehung stehenden Gebieten entfernen, um so mehr treffen wir auf jungfräulichen Boden. Die Pathologie der Wirbellosen ist fast in ihrem ganzen Umfange Neuland.

Ein hierher gehöriges Gebiet stellen die Mißbildungen, die man bei den Insekten, speziell den Schmetterlingen (Lepidopteren) beobachten kann, dar.

Sie gewinnen ein erhebliches Interesse nicht nur wegen des enorm großen hier bereits gesammelten, wenn auch nicht wissenschaftlich durchgearbeiteten Beobachtungsmaterials, sondern auch deswegen, weil der entomologische Systematiker im höchsten Maße daran interessiert ist, normale Bildungen von pathologischen Vorkommnissen unterscheiden zu können.

Zunächst gilt es, eine Definition des Begriffes der Mißbildungen für die Insekten zu geben.

Die bereits bestehenden Definitionen dessen, was eine Mißbildung sei, berücksichtigen gewöhnlich nur die Verhältnisse beim Menschen und den Säugetieren und sind aus diesem oder anderen Gründen auf die Insekten nicht ohne weiteres anwendbar. Auch herrscht bei weitem unter diesen Definitionen nicht Einheitlichkeit. Die Stellung der Mißbildungen an der Grenze zwischen normalen und pathologischen Bildungen, obwohl die Zahl der sich mit ihnen befassenden Forscher vorteilhaft beeinflussend, ergab doch den Nachteil, daß bei dem geringen Kontakt zwischen Normalanatomen und Pathologen aus beiden Lagern Definitionen hervorgingen, welche einseitig die Abgrenzung der Mißbildungen nur von dem Bereich eines der beiden Gebiete präzisierten, getragen von dem Wunsche, das umstrittene Gebiet der Mißbildungen dem eigenen Arbeitsgebiete mit einzuverleiben.

Gerade dieser Punkt, die Abgrenzung vom Normalen einerseits, von den pathologischen Prozessen andererseits, ist das Wesentlichste bei einer solchen Definition.

Hier bereitet erstlich bei den Insekten große Schwierigkeiten die Feststellung dessen, was man noch als normal bezeichnen soll. Denn der ungeheure Formenreichtum dieser Ordnung ist von jeher, ohne daß man dabei im geringsten Sorge trug, physiologische von pathologischen Bildungen zu trennen, in eine ungeheure Zahl von Variationen, Aberrationen und Unterformen aufgeteilt worden, während man nur die als besonders absurd imponierenden Vorkommnisse als Monstrositäten absonderte.

Zweitens ist es schwierig, bei den Insekten die Mißbildungen von anderen pathologischen Bildungen zu unterscheiden deswegen, weil wir den Gesichtspunkt der Nützlichkeit oder Schädlichkeit und die Berücksichtigung der Ätiologie, mangels genauerer Kenntnisse, ohne weiteres ausschalten müssen.

Wollen wir dennoch von einer bereits gegebenen Definition ausgehen, wie etwa von der *E. Schwalbes*, welcher sagt¹⁾:

„Mißbildung ist eine während der Entwicklung zustande gekommene Veränderung der Form eines oder mehrerer Organe oder Organsysteme oder des ganzen Körpers, welche außerhalb der Variationsbreite der Art gelegen ist“,

so müssen wir hierbei dem oben Auseinandergesetzten gemäß noch einige Zusätze bzw. Umänderungen anbringen, und etwa wie folgt für die Insekten definieren:

Eine Schmetterlingsmißbildung ist eine die normale Entwicklung des Individuums störende Veränderung der Form eines oder mehrerer Organe oder Organsysteme oder des ganzen Körpers, welche außerhalb der Variationsbreite der Spezies gelegen ist und vereinzelt und individuell unter der Art auftritt.

Nach einer derartigen eindeutigen Abgrenzung des Mißbildungsbegriffes für die Schmetterlinge wird es angezeigt sein, einen kurzen orientierenden Überblick über die ungeheure Fülle der bei den Lepidopteren bereits beobachteten Mißbildungen zu geben.

Zu dem Zwecke, Ordnung in das Chaos der in die Tausende gehenden publizierten Einzelfälle zu bringen, erschien es am geratensten, diese unter Zuziehung eines umfangreichen eigenen Sammlungsmaterials und zahlreicher aus größeren anderen Privatsammlungen zur Verfügung gestellter Exemplare in ein System zu bringen. Als das geeignetste erwies sich hierfür das morphologisch-topographische Prinzip.

Hiernach unterscheidet man zweckmäßigerweise:

1. Mißbildungen des ganzen Körpers.

Von derartigen Bildungen kommen bei den Schmetterlingen sowohl *Riesenwuchs* (siehe Fig. 1) vor, als auch *Zwergwuchs* (siehe Fig. 2), während Doppelmißbildungen völlig zurücktreten.

¹⁾ *E. Schwalbe*, Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere, Jena 1906 und ff.

2. Mißbildungen einzelner Körperteile oder Organe.

Hier seien zunächst unter den Mißbildungen des *Rumpfes* die wenigen am Kopf und Thorax auffindbaren des beschränkten Raumes wegen übergangen.



Fig. 1. *Riesenwuchs*. *Coenonympha pamphilus* L. (Darunter ein normales Tier zum Vergleich.) Aus der freien Natur.



Fig. 2. *Zwergwuchs*. *Jaspidea celsia* L. (Darunter ein normales Tier zum Vergleich.) Aus der freien Natur.

Von den Mißbildungen des *Abdomens* interessieren uns in hervorragendem Maße diejenigen der *Geschlechtsorgane*, weil sie sehr ausführlich bekannt sind und die einzigen Beobachtungen von Mißbildungen innerer Organe bei den Insekten darstellen.

Hier kommen außer verschieden hochgradigen, besonders bei Bastarden auftretenden Verkümmern häufig *Zwitterbildungen* vor. Die bei den Schmetterlingen bekannten Zwitter sind

fast stets *Halbseitenzwitter*, d. h. die eine Symmetriehälfte des Körpers hat männlichen, die andere weiblichen Habitus. Was bisher nicht genügend beachtet wurde und sich auch nur unter Innehaltung der bei den höheren Tieren und beim Menschen für die Unterformen des Hermaphroditismus geltenden Klassifizierungsprinzipien sowie genauer anatomischer Untersuchung durchführen läßt, ist die Entscheidung, inwieweit der innere Bau der Keimdrüsen und Ausführungsgänge an dieser Halbierung teilnimmt, mit anderen Worten, ob die Zwitterigkeit eine echte, germinale, glanduläre, oder eine falsche, d. h. nur die sekundären Geschlechtscharaktere begreifende, ist. Alle genannten Formen kommen vor, genauer untersucht sind jedoch nur die äußeren Genitalien und die sekundären Merkmale, von deren Aussehen die Fig. 3 ein Beispiel gibt.

Von den Mißbildungen der *Anhangsgebilde* des Insektenkörpers interessieren weniger als die der Mundwerkzeuge und Beine diejenigen der *Fühler* und der *Flügel*.



Fig. 3. *Halbseitenzwitter*, links ♀, rechts ♂. *Argynnis paphia* L. Aus der freien Natur.

Es kommen an den Fühlern unter anderem *Verlängerung*, *Verdoppelung*, ja auch *dreifache Gabelung* vor. Diesen „Plusbildungen“ stehen als „Minus- oder Defektbildungen“ gegenüber verschiedene Grade von Defekten, die vom Fehlen einzelner Kammzähne an sich bis zur hochgradigen *Verkürzung*, *Stummelbildung*, ja *Fühlerlosigkeit* steigern können. Ein Exemplar mit stark verkürztem Fühler siehe Fig. 14 a, Taf. II. Al. „*Heteromorphose*“ muß das Vorkommen eines Beines mit wohl entwickelten Klauen an Stelle des Fühlers bezeichnet werden.

Am wichtigsten sind die Mißbildungen der Flügel. Soweit es sich hier um Defektbildungen handelt, trifft man die verschiedensten Abstufungen an. Selten ist das *völlige Fehlen* eines oder mehrerer *Flügel* (siehe Fig. 7 a, Taf. I). Häufiger ist der befallene Flügel zwar noch erhalten, aber in allen Abschnitten verkleinert und dem normalen entsprechenden Flügel der Gegenseite vollkommen ähnlich: *gleichmäßige Verkleinerung* (siehe Fig. 8 a, Taf. I). In anderen Fällen geht mit der Verkleinerung eine Unregelmäßigkeit in

der Form einher, was man als *Schnittänderung* wird bezeichnen müssen (siehe Fig. 9 a, Taf. I). Defekte anderer Art sind die *Flügelkerbung* (siehe Fig. 10 a, Taf. I) und die *Flügellockung* (siehe Fig. 11 a, Taf. I).

An Defektbildungen der Flügel wären sonst noch zu erwähnen das Fehlen einzelner Flügelrippen, *Rippenreduktion* (siehe Fig. 4), sowie eine Anzahl von Mißbildungen, die zu der Zeit entstehen, zu welcher der ausschüpfende Falter die Puppenhülle verläßt. Es sind dies *mangelhafte Entfaltung* und *Zerknitterung* (siehe Fig. 12 a, Taf. II), Veränderungen, deren Wesen sich aus ihrem Namen mit Leichtigkeit ergibt.



Fig. 4. *Rippenreduktion*. *Graellsia isabellae* Graells.
Aus der freien Natur.



Fig. 5. *Fünfflügeligkeit*. *Eltopia prosapiaria* L.
Aus der freien Natur.

Diesen Defektbildungen gegenüber stehen als „Plusbildungen“ das Vorkommen *überzähliger Rippen*, *Vergrößerung von Flügeln*, *Verdoppelung von Flügelabschnitten* und von *ganzen Flügeln*, die zu *Fünfflügeligkeit* (siehe Fig. 5) und *Sechsflügeligkeit* führen kann.

Seltenere merkwürdige Vorkommnisse sind solche, die in das Gebiet der *Heteromorphose* fallen, wie Ersatz eines Beines durch einen Flügel, eines Hinterflügels durch einen zweiten Vorderflügel u. ähnl.

Ein besonderes Kontingent stellen die Mißbildungen der *Schuppen*, sei es, daß diese ganz fehlen oder verkümmert sind (*Pseudoalbinismus*), bei dem man als Unterformen universalen und lokalen *Pseudoalbinismus* unterscheidet. Letzteren

siehe Fig. 13 a, Taf. II), sei es, daß sie keine Pigmentkörnchen enthalten (*Albinismus sc. verus*).

Hierher gehören auch diejenigen abnormen Tiere, deren Schuppen zwar Pigmentstoff in ausreichender Menge, aber von einer abweichenden Färbung enthalten, also die *Zeichnungsaberrationen* und *Färbungsanomalien* (Rufismen, Melanismen, Flavismen usw.). Ähnlich, wie es die schon erwähnten Halbseitenzwitter zeigen, kommen auch mißbildete Tiere vor, deren beide Hälften der Flügelzeichnung und -färbung nach verschiedenen Arten und Formen anzugehören scheinen, und die man als „*Halbseitenbastarde*“ bezeichnen muß (siehe Fig. 6).

Zu diesem System, von dem hier nur die wichtigsten und häufigsten Gruppen Erwähnung fanden, welche, wir möchten sagen, die „typischen“ Mißbildungen der Schmetterlinge darstellen, gehört als sinngemäße Ergänzung eine Aufzählung der Mißbildungen des Eies, der Raupe und der



Fig. 6. *Halbseitenbastard-Bildung*. *Mimas tiliae* L.
Links f. *transversa* Tutt., rechts f. *centripuncta* Tutt.
Aus der freien Natur.

Puppe, denn naturgemäß kann eine Mißbildung zu jedem beliebigen Zeitpunkte des Verlaufes der embryonalen und der postembryonalen Entwicklung zur Ausbildung kommen.

Über die Genese der Schmetterlingsmißbildungen war so gut wie gar nichts bekannt und als gesichert anzusehen. Es war daher wesentlich zu versuchen, ob man nicht instände wäre, durch geeignete Versuche künstlich diese oder jene Mißbildung an Schmetterlingen hervorzurufen. Derartige Versuche lagen, wenn man von den bekannten Temperaturexperimenten absieht, die aber in ganz anderer Absicht und mit ganz anderer Deutung ausgeführt wurden, nicht vor.

Von vornherein war es sehr wahrscheinlich, daß für das Zustandekommen der zahlreichen Defektbildungen in erster Linie mechanische Komponenten (Druck, Zug, Stoß und dergl.) verantwortlich zu machen sein würden.

Wäre man also in der Lage, zum richtigen Zeitpunkte der Entwicklung in bestimmt bemessener Stärke und Dauer auf eine begrenzte Stelle des Insektenkörpers einen Druck einwirken zu lassen, so war es wahrscheinlich, daß dieser die Entwicklung der betroffenen Teile so zu hemmen

oder sonstwie zu beeinflussen imstande wäre, daß Mißbildungen derselben eintreten.

Diese Anordnung gelang und die geäußerte Vermutung traf zu. Ja noch mehr. Es glückte auf diese Weise nicht nur, eine ganze Anzahl der bereits aus der freien Natur bekannten und oben aufgeführten Mißbildungen zu reproduzieren, sondern die Versuche lieferten auch einige bemerkenswerte, bisher bei im Freien beobachteten Tieren noch nicht gefundene und auch sonst unbekannte Mißbildungen.

Es wurden zu den Versuchen verschiedene Schmetterlingsarten verwendet. Erstens die Eulenart *Panolis griseovariegata* Göze, zweitens die Spinnerspezies *Lymantria dispar* L. und schließlich die beiden Tagfalterarten *Vanessa polychloros* L. und *Vanessa io* L. in zusammen etwa zweihundert Exemplaren.

Die Raupen dieser Spezies wurden bis zur Verpuppung in Zuchtkäfigen gehalten, und sofort

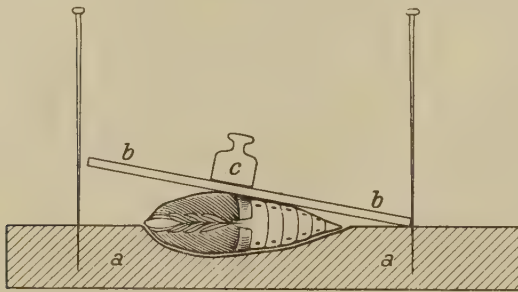


Fig. 17.

nach eingetretener Verpuppung wurden die noch nicht an der Luft erstarrten Puppen in weichem Zustande auf einer passend ausgehöhlten Unterlage (a) mittels eines kleinen Glasplättchens (b) und kleiner Gewichte (c) einem graduerten, genau lokalisierbaren Drucke unterworfen so lange, bis sie vollständig ihrer erzwungenen Form nach erstarrt waren (siehe Fig. 17).

Nach wenigen Tagen war die Erhärtung des Chitins so weit vollendet, daß die Puppen aus ihrer Zwangslage befreit und geeignet weiter aufbewahrt werden konnten.

Die aus diesen Puppen schlüpfenden Falter boten nun je nach Grad, Dauer und Richtung des Druckes verschiedene Mißbildungen dar, die hier nacheinander aufgeführt und in einzelnen typischen Stücken abgebildet seien, und die den entsprechenden Mißbildungen, wie sie aus der freien Natur oben beschrieben wurden, gegenübergestellt seien, um einen gegenseitigen Vergleich zu erleichtern.

Für alle diese Mißbildungen muß also als erwiesen gelten, daß bei ihrer Entstehung mechanische Komponenten in ausschlaggebendem Maße ätiologisch beteiligt sind.

Die Mißbildungen fanden sich vornehmlich an den *Flügeln* und an den *Fühlern*.

Im einzelnen wurden an den Flügeln beobachtet:

1. Vollständiges Fehlen von Flügeln (s. Fig. 7 b, Taf. I),
2. gleichmäßige Verkleinerung einzelner Flügel (s. Fig. 8 b, Taf. I),
3. Flügelschnittänderung (s. Fig. 9 b, Taf. I),
4. Flügelkerbung (s. Fig. 10 b, Taf. I),
5. Flügellochung (s. Fig. 11 b, Taf. I),
6. Flügelzerknitterung (s. Fig. 12 b, Taf. II),
7. Schuppenverkümmern (Pseudoalbinismus localis) (s. Fig. 13 b, Taf. II),

An den Fühlern fanden sich:

1. Fühlerverkürzung (s. Fig. 14 b, Taf. II),
2. Fühlerlochung (s. Fig. 15, Taf. II), eine Mißbildung, welche in der Ausbildung eines rundlichen oder ovalen, gewöhnlich einfachen, gelegentlich aber auch doppelten, nadelöhrartigen Loches im Fühler bestand,
3. Fühlerabplattung (s. Fig. 16, Taf. II), eine Mißbildung, bei der die Kammzähne des Fühlers zu einer chitinösen derben Platte verschmolzen waren.

Die beiden zuletzt genannten Mißbildungen waren bisher, wie oben schon angedeutet, unbekannt.

Tafelerklärungen.

Erklärung zu Tafel I.

7. Vollständiges Fehlen von Flügeln.
a) *Agrotis fimbria* L. Aus der freien Natur.
b) *Vanessa polychloros* L. Experimentell.
8. Gleichmäßige Flügelverkleinerung.
a) *Lymantria dispar* L. Aus der freien Natur.
b) *Vanessa polychloros* L. Experimentell.
9. Flügelschnittänderung.
a) *Celerio euphorbiae* L. Aus der freien Natur.
b) *Vanessa polychloros* L. Experimentell.
10. Flügelkerbung.
a) *Rhyacia occulta* L. Aus der freien Natur.
b) *Lymantria dispar* L. Experimentell.
11. Flügellochung.
a) *Mimas tiliae* L. Aus der freien Natur.
b) *Lymantria dispar* L. Experimentell.

Erklärung zu Tafel II.

12. Flügelzerknitterung.
a) *Calocampa exoleta* L. Aus der freien Natur
b) *Lymantria dispar* L. Experimentell.
13. Schuppenverkümmern (*Pseudoalbinismus localis*).
a) *Arctia caja* L. Aus der freien Natur.
b) *Vanessa polychloros* L. Experimentell.
14. Fühlerverkürzung.
a) *Endromis versicolora* L. Aus der freien Natur.
b) *Vanessa io* L. Experimentell.
15. Fühlerlochung.
Lymantria dispar L. Experimentell.
16. Fühlerabplattung.
Lymantria dispar L. Experimentell.

Sämtliche Figuren stellen die Tiere in natürlicher Größe dar.

Die Tiere stammen sämtlich aus der eigenen Sammlung des Verfassers, bis auf den in lebenswürdiger Weise von Herrn Prof. Dr. L. Pick (Berlin) zur Verfügung gestellten Zwitter Fig. 3.

Fig. 7a.

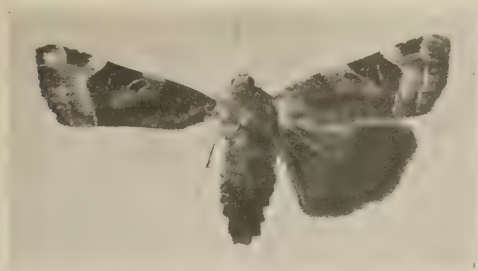


Fig. 7b.

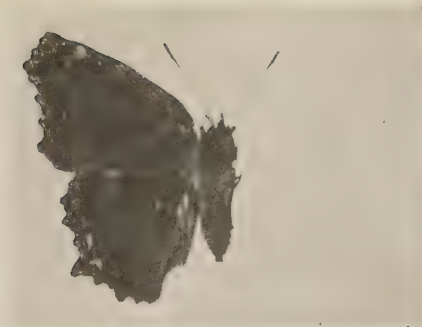


Fig. 8a.



Fig. 8b.



Fig. 9a.

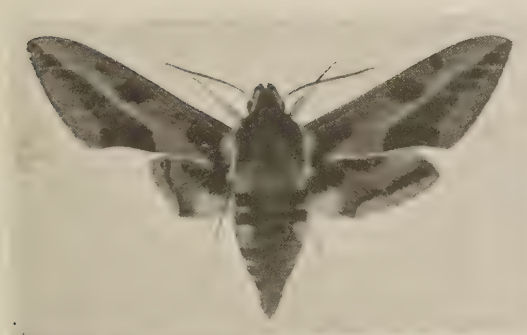


Fig. 9b.

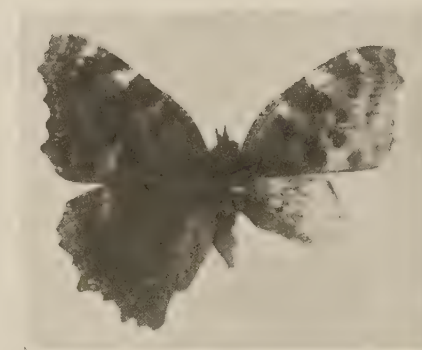


Fig. 10a.



Fig. 10b.



Fig. 11a.



Fig. 11b.



Fig. 12a.



Fig. 12b.



Fig. 13a.

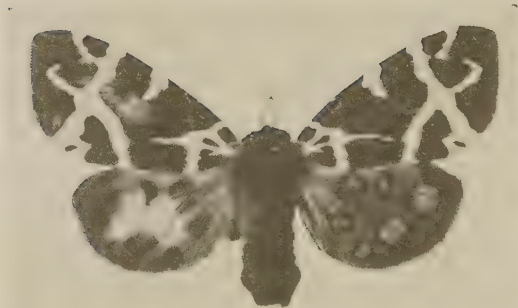


Fig. 13b.



Fig. 14a.



Fig. 14b.

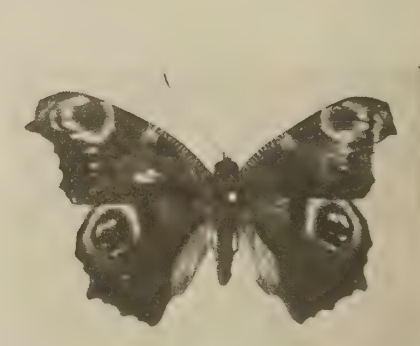
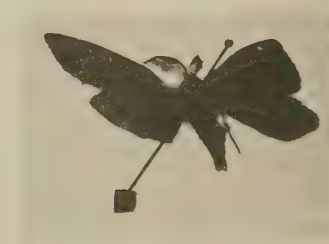


Fig. 15.



Fig. 16.

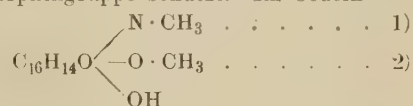


Chemische Mitteilungen.

Zur Vitaminfrage. Unter Vitaminen versteht man mit *C. Funk*, der 1912 diesen Ausdruck in die Wissenschaft einführt, gewisse bisher unbekannte lebenswichtige Verbindungen, deren Fehlen in der Nahrung diese unvollkommen macht und zu bestimmten Krankheitserscheinungen führt, die unter dem Namen Avitaminosen von *Funk* zusammengefaßt wurden. Solche Avitaminosen sollen Beri-Beri, Pellagra, Skorbüt, Rachitis sein. Die Lehre von den Vitaminen hat überall Beachtung gefunden und ist nur allzu schnell zur Erklärung strittiger Probleme herangezogen worden. Bei der Wichtigkeit, die aber besonders in diesen Zeiten die Ernährungsfragen haben, kann man mit nicht genug kritischer Vorsicht an dergleichen neue Behauptungen herangehen. Von seiten der Physiologen und Ärzte haben sich in letzter Zeit mehrere gegen die Arbeiten *Funks* ausgesprochen. Es seien genannt: *Tasawa*, *Abderhalden* und Mitarbeiter, *Boruttan* und neuerdings *Röhmman* (Über künstliche Ernährung durch Vitamine, Bornträger, 1916). Die Ursachen der oben angegebenen Krankheiten sind nach diesen nicht in besonderen, nicht näher chemisch definierbaren Substanzen, sondern in anderen Faktoren zu suchen, wie im Fehlen gewisser hochmolekularer Eiweißbestandteile in der Nahrung (entschält. Reis. Cerealiensamen), toxischen Eigenschaften und Beschaffenheit der Nahrung usw. Eine gemeinsame Erklärung für die genannten Krankheiten wird wohl kaum gefunden werden. Auf einen Punkt ist aber bei der Kritik der Arbeiten *Funks* zu wenig geachtet worden. Das ist nämlich der Umstand, daß die Isolierung und Charakterisierung der Vitaminpräparate nicht mit der nötigen Selbstkritik und analytischen Technik ausgeführt wurde. Wohl hat die Beschaffung des Untersuchungsmaterials, bei den geringen Ausbeuten an Vitaminen, große Schwierigkeiten gemacht, doch genügt dieser Einwand, wie ich zeigen will, nicht, um meine obige Behauptung zu entkräften. Nachdem *C. Funk* seine Angaben über Zusammensetzung der Vitamine mehrmals geändert hatte, gab er zu, daß sein Präparat aus Reiskleie *Nikotinsäure* enthalte, wie es *Suzuki* und seine Mitarbeiter für ihr Oryzanin angegeben hatten. Die japanischen Forscher fanden sehr bald, daß diese *Nikotinsäure* nur eine Verunreinigung darstelle und in freier Form im Reis vorkomme. Da man in sehr vielen Pflanzen bereits das Trigonellin gefunden hatte, so war das Vorkommen der *Nikotinsäure*, die nur ein noch nicht methyliertes Trigonellin darstellt, vorauszusehen, und es bietet daher die Auffindung der *Nikotinsäure* nichts Bemerkenswertes. *Funk* hat nun unter anderem auch den Zitronensaft auf solche Vitamine untersucht, da dieser ein lange bekanntes Mittel gegen Skorbüt darstellt. Nun wurde eine antiskorbütische Substanz zwar nicht gefunden, wie denn überhaupt neuerdings von *Drummond* und *C. Funk* zugestanden wird, daß es ihnen bisher nicht gelungen sei, auch in den Reisschalen eine die antineuritische Wirkung zeigende Substanz zu isolieren, die nach ihrer Meinung bei der Darstellung vielmehr zerstört werde. Sie fanden in Reisschalen Cholin, *Nikotinsäure*, Betain, Guanin und ähnliche, längst bekannte und verbreitete unwirksame Stickstoffverbindungen, wie sie bei allen Untersuchungen von Pflanzenteilen auf Basen nachzuweisen sind. Im Zitronensaft sollte nun an Stelle dieser Basen eine eigenartige Verbindung auftreten, die *Funk* für möglicherweise identisch hält mit dem Piperidomethyllessigsäurebetain, eine Verbindung,

die kein Analogon im Naturreiche hätte. Offenbar war *C. Funk* nicht bekannt, daß einige Zeit vorher der Referent und Dr. *Yoshimura* in den Zitronenschalen ein ähnliches Gemisch von Basen gefunden hatten, wie es auch sonst die Regel ist, mit der Ausnahme, daß hier das bisher seltenere, aber bei Aurantoideen schon nachgewiesene Stachydrin vorkommt. Offenbar hatte auch *Funk* ein Gemisch von Cholin, Stachydrin mit vielleicht noch ein oder der anderen Base gemischt in Händen und dieses Gemisch für eine einheitliche, vom biologischen Standpunkt höchst sonderbare Verbindung gehalten. *G. T.*

Über das N-Allylnorcodein, einen Antagonisten des Morphins. Ausgehend von Laboratoriumserfahrungen, nach denen Allylverbindungen auf verschiedene Organe reizend wirken, z. B. Allylsenföf auf Haut und Schleimhaut, Allylamin auf die Lunge, Allylformiat auf Leber und Niere, sollte versucht werden, diese Reizwirkung auf das Nervensystem hinzulenken. Hierzu wurden von *v. Braun* dargestellte Nor-, d. h. entmethylierte Alkaloide der Morphingruppe benützt. Im Codein



wurde einmal in Stellung 1), also am Stickstoff, sodann in Stellung 2) die C_3H_5 -Gruppe statt des Methyls eingeführt. Während das letztere Präparat nur abgeschwächte Morphinwirkung zeigte, war das N-Allylnorcodein, also das am N allylierte Codein ein die Atmung zentral energisch erregendes Mittel. Die fast schwindende, maximal verlangsamte Atmung nach Morphin, nach Heroin wird durch das Präparat sofort zur Norm zurückgeführt; seine vorhergehende Injektion läßt die Atmungslähmung des Morphins gar nicht aufkommen. Klinische Versuche mit dem neuen, relativ ungiftigen Alkaloid wären speziell bei Morphinvergiftungen erwünscht. (*Julius Pohl, Zeitschrift für experimentelle Pathologie und Therapie* Bd. 17, 1915.)

Autoreferat.

Über die stufenweise katalytische Reduktion des Acetylen haben *C. Paal* und *Chr. Hohenegger* interessante Untersuchungen ausgeführt. Frühere Versuche über die Einwirkung von Wasserstoff auf Acetylen in Gegenwart von kolloidalem Palladium ließen nicht voraussehen, ob eine stufenweise Hydrierung des Acetylen zu Äthylen und von diesem zu Äthan in glatter Weise gelingen wird. Denn alle Autoren, die sich früher mit dieser Aufgabe beschäftigt haben, fanden übereinstimmend, daß das Acetylen zum Teil in Äthan übergeführt wird, während der Rest des Acetylen unverändert bleibt, einerlei, ob die Hydrierung in Gegenwart von Platinschwarz oder eines unedlen Katalysators ausgeführt wurde. Bei den neuen Versuchen, die teils in der Gasbürette, teils in einem damit verbundenen Schüttelgefäß, sowie auch im geschlossenen kreisenden Gasstrom ausgeführt wurden, zeigte sich, daß gebrauchte Palladiumlösungen bessere Ausbeuten an Acetylen liefern als frische Lösungen, weil diese viel Acetylen adsorbieren, das dann zum Teil durch Kondensation oder Polymerisation chemisch verändert wird. Zu sämtlichen Versuchen wurde die wässrige Lösung eines Palladiumpräparates benutzt, das nach dem Verfahren von *Paal* hergestellt war und 56,1 % Pd enthielt. Beim Zusammenbringen von 30 cem Acetylen, 30 cem Wasserstoff und 0,05 g Palladium, das in 10 cem Wasser gelöst war, trat sofort eine Reaktion ein, die sich an der Volumen-

abnahme des Gasgemisches kenntlich machte. Nach 16 $\frac{1}{4}$ Stunden blieb das Volumen konstant; es waren jetzt von den angewandten 60 ccm Gas nur noch 15,6 ccm übrig. Diese bestanden zu 50 % aus ungesättigten Kohlenwasserstoffen (hauptsächlich Äthylen), zu 10,25 % aus Wasserstoff und zu 39,75 % aus Äthan. Hierbei wurden die ungesättigten Kohlenwasserstoffe durch Absorption mittels Palladiumhydrosols und Natriumpikrats bestimmt, während der nicht absorbierbare Gasrest als Äthan angenommen wurde. Bei einer Wiederholung des Versuchs mit weniger Palladium, sonst aber unter ähnlichen Bedingungen, wurde der nicht in Reaktion getretene Teil des Acetylens mit Hilfe von ammoniakalischer Silberlösung gesondert bestimmt; es ergab sich hierbei folgende Zusammensetzung des Gasrestes: 7 % Acetylen, 78,94 % Äthylen, 9,68 % Äthan, 4,38 % Wasserstoff.

Dieses Ergebnis zeigt, daß ein mehr oder minder großer Teil des Acetylens durch den mittels kolloidalen Palladiums aktivierten Wasserstoff in Äthylen übergeführt wird, daß aber der Reaktionsverlauf durch die enorme Adsorptionsfähigkeit des Palladiums für Acetylen stark beeinflusst wird. Je weniger Palladium zugegen ist, um so größer ist die Menge der gasförmigen Endprodukte und des darin enthaltenen Äthylens. Je länger ferner das Acetylen mit dem Palladium in Berührung ist, ehe der Wasserstoff zugefügt wird, um so geringer wird die Ausbeute an Äthylen, da ein Teil des Acetylens durch das Palladium polymerisiert oder kondensiert wird. Wenn das Palladium von diesen Umwandlungsprodukten des Acetylens sorgfältig befreit wurde, verlor es sein Adsorptionsvermögen für Acetylen in hohem Maße; infolgedessen wurden nun Äthylenausbeuten von rund 85 % erzielt.

Bei den Versuchen im Schüttelgefäß wurden gleiche Volumina Acetylen und Wasserstoff zur Reaktion gebracht. Auch hier zeigte sich, daß bei Verwendung von frischem Palladiumhydrosol eine schlechte Ausbeute erhalten wird, während mit schon mehrmals gebrauchtem Palladium Äthylenausbeuten von 76–80 % erzielt wurden und die Äthanbildung zurücktrat. Das gleiche Ergebnis hatten die Versuche mit einem geschlossenen, kreisenden Gasstrom, wobei 2 l eines aus gleichen Teilen bestehenden Acetylen-Wasserstoff-Gemisches mit Hilfe einer kleinen Quecksilberpumpe mehrere Stunden lang durch ein die Palladiumlösung enthaltendes Zehnkugelrohr zirkulierten. Nachdem das Gasvolumen um etwas mehr als die Hälfte abgenommen hatte, wurde das Gas analysiert. Es enthielt im ersten Falle 62,8 % Äthylen und 22,8 % Äthan, bei

Wiederholung des Versuchs mit derselben Palladiumlösung dagegen 71,2 % Äthylen und nur 10 % Äthan. (Berichte d. Dt. Chem. Ges. 1915, S. 275–287.) S.

Über die Einwirkung des Sauerstoffs auf Metalloxyde bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur berichtet Prof. Milbauer in der *Chem.-Ztg.* 1916, S. 587. Er erhitzte eine große Zahl von Metalloxyden in einer Sauerstoffatmosphäre unter 12 at Druck eine Stunde lang auf 480° C. und untersuchte dann die erhaltenen Stoffe. Die Oxyde änderten bei dieser Behandlung zum Teil ihre Farbe, ohne chemisch verändert worden zu sein, zum Teil hatten sich höhere Oxyde gebildet. Während z. B. die Oxyde des Natriums, Calciums, Strontiums, Zinks, Aluminiums, Wismuts, Eisens und anderer Metalle unverändert blieben, lieferten Kalium- und Bariumoxyd Superoxyd; Bleioxyd gab Mennige, aus Antimonoxyd entstand Antimontetroxyd, Manganoxydul gab Oxyduloxyd, während Nickel- und Kobaltoxydul Spuren der entsprechenden Oxyde enthielten. Am auffälligsten verhielt sich Silber, auf dem sich schwarze, rußartige Krusten eines höheren Oxyds absetzten, die aus Salzsäure Chlor entwickelten.

Weiter wurden Gemische von Metalloxyden mit Chromoxyd in gleicher Weise, wie vorher die Metalloxyde allein, behandelt. Hierbei entstanden in der Mehrzahl der Fälle chromsaure Salze, und zwar war die Ausbeute am besten bei Silber, Blei und Magnesium, doch wurden auch bei Calcium, Strontium, Barium, Zink und Cadmium Ausbeuten von mehr als 50 % erzielt. Das Verfahren dürfte auch in der Technik verwendbar sein zur Herstellung der chromsauren Salze sowie der Chromfarben. S.

Die Wirkung des Calciums in einem Entladungsrohr. In einer gewöhnlichen mit Argon von 2 mm Druck gefüllten Geißleröhre, in deren Entladungsbahn sich einige Stücke von Calcium befanden, beobachtete H. B. C. Allison (*Phys. Rev.* 7, S. 688, 1916) zuerst ein Spektrum, das aus den Argonlinien, den Stickstoffbanden und den vier Wasserstofflinien bestand. Während des Betriebs verschwand zuerst das Stickstoff- und dann das Wasserstoffspektrum, so daß nur die Argonlinien übrig blieben. Brachte man nun die Calciumstücke in Berührung mit den Elektroden, so erschienen zuerst die Wasserstofflinien wieder, um bei Wiederherstellung der ersten Lage der Calciumstücke wieder zu verschwinden. Diese Erscheinungen ließen sich mehrmals wiederholen. Zur Erklärung muß man annehmen, daß sich in der ersten Lage Calciumhydrid bildet, welches bei der Berührung des Calciums mit der Elektrode wieder zersetzt wird. B.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

19. Oktober. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Nernst berichtet über *Versuche, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer durch Temperaturerhöhung eingeleiteten chemischen Reaktion, die unter starker Wärmeentwicklung verläuft, experimentell zu messen und einer theoretischen Berechnung zugänglich zu machen.*

26. Oktober. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

1. Hr. Struve las über *Neue Untersuchungen über die Bewegungen im Saturnsystem. I. Enceladus-Dione.*

Eine während des vergangenen Frühjahrs ausgeführte Beobachtungsreihe der Saturnsmonde am neuen großen Refraktor der Babelsberger Sternwarte hat die Veranlassung dazu gegeben, frühere Untersuchungen über das Saturnsystem wiederaufzunehmen und in einzelnen Teilen zu vervollständigen. In der gegenwärtigen Mitteilung werden die periodischen Störungen der Monde Enceladus-Dione aus ihren Längen abgeleitet und daraus Folgerungen über die Bahnelemente und Säkularbewegungen dieser Monde gezogen, die eine Verbesserung der aus den Bahnbestimmungen früher erlangten Resultate ermöglichen.

2. Hr. Einstein legte eine Abhandlung vor: *Hamiltonsches Prinzip und allgemeine Relativitätstheorie.* Die Grundgesetze der allgemeinen Relativitätstheorie werden nach dem Vorgange von H. A. Lorentz und

D. Hilbert in einen Variationssatz vereinigt, und es wird dargetan, inwiefern das Relativitätspostulat den Impulsennergiesatz bedingt.

26. Oktober. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Stumpf sprach über *Empfindung und Vorstellung beim Gesichtssinne*. (Abh.) Der wesentlichste Unterschied liegt, wie beim Gehör, in der Intensität der Erscheinung. Die Stärke der Gesichtsempfindungen (zu unterscheiden von ihrer Helligkeit) muß zunächst für die Urfarben definiert werden, in die eine bestimmte Farbenerscheinung, sei es anschaulich, sei es nur gedankenmäßig, zerlegt werden kann. Der Anteil einer Urfarbe ist ihre Teilstärke. Die Stärke des Ganzen kann infolge der endogenen Erregung niemals unter die des Augengrau herabsinken. Die unterhalb dieses Wertes liegenden Stärkegrade kennzeichnen die bloßen Vorstellungen. Im Vorstellungsgebiete wiederholen sich analoge Stärkeverhältnisse zwischen den Teilen einer Farbenerscheinung.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

12. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Elektrostatik aufsteigender Luftströme, von Dr. Richard Seeliger (Charlottenburg, z. Z. Balkan). Die Bedingungen, unter denen die von *Gerdien* angenommene Kondensation an den negativen Ionen eintritt, werden diskutiert. Als wesentliches Resultat ergibt sich, daß selbst unter günstigen Bedingungen nur geringe Feldkräfte zu erwarten sind. Die Grundlagen der *Simpsonschen* Gewittertheorie werden diskutiert und die Theorie erweitert. Es zeigt sich, daß man in der Tat im *Lenardeffekt* eine quantitativ hinreichend starke Quelle der Gewitterelektrizität sehen kann.

Über den Einfluß der Kapillarweiten bei der Bestimmung der Kapillaritätskonstante nach der Jäger-Martinschen Methode von Dr. Olga Kudlac. Es werden durch Kombination einer engen Kapillare von 0,23 mm Radius mit allmählich weiteren die Gültigkeitsgrenzen der Formeln von *Feustel* und *Schrödinger* geprüft; die letztere gibt die Versuche am besten wieder.

Das w. M. C. Diener überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die obertriadische Ammonitenfauna der neusibirischen Insel Kotelny.“ Die Abhandlung enthält die Ergebnisse einer Bearbeitung der von den russischen Polarforschern Baron E. Toll und Wolossowitsch im Jahre 1901 am Balyk-tasch auf der Hauptinsel des neusibirischen Archipels, Kotelny, entdeckten Ammonitenfauna der karnischen Stufe, die unsere Kenntnis der bisher überaus dürftigen Ammonitenfaunen aus der Obertrias des borealen Reiches wesentlich vermehrt und unsere Erfahrungen über die paläogeographischen Verhältnisse des asiatischen Polarmeeres in manchen Punkten berichtigt.

Prof. Dr. R. v. Sterneek in Graz übersendet eine Abhandlung: „Zur Theorie der Euripusströmungen“. Die Arbeit gelangt zu dem Ergebnis, daß alle den Euripusströmungen zugrunde liegenden Erscheinungen, so befremdend sie auf den ersten Blick auch aussehen mögen, aus der Diskussion der beiden Differentialgleichungen, die die Flüssigkeitsbewegung in einem Kanale variablen Querschnittes charakterisieren, vollkommen zu erklären sind. Durch die erzielte Übereinstimmung mit den Beobachtungsdaten findet andererseits auch die vom Verfasser im Vorjahre entwickelte Theorie der halbtägigen Mittelmeergezeiten eine wertvolle Bestätigung.

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende Arbeiten aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor:

1. „Zur Kenntnis der Folgereaktionen. Nr. 2. Die Kinetik der Verseifung des Oxalsäuremethylesters“, von A. Skrabal. Um die sehr rasch verlaufende alkalische Verseifung des Esters meßbar zu gestalten, wurde mit Hilfe eines Puffergemisches verseift. Die saure Verseifung verläuft nicht wesentlich rascher als die der anderen Karbonsäureester. Nach der ersten Stufe verseift der Neutralester in saurer Lösung doppelt so rasch, in alkalischer Lösung zehntausendmal so geschwind als nach der zweiten Stufe.

2. „Das Schmelzdiagramm des Systems Dimethyl-oxalat-Wasser“, von A. Skrabal und J. Gruber. Es wurde das Gleichgewicht fest-flüssig nach den Methoden der thermischen Analyse aufgenommen.

3. „Über einige Alkalidoppelfluoride vierwertiger Elemente“, von A. Skrabal und J. Gruber. Es wurden einige Fluorosalze der vierwertigen Elemente Zinn, Blei und Germanium einerseits, der Alkalimetalle Caesium und Rubidium andererseits beschrieben.

Privatdozent Prof. N. Krebs legt den Bericht über den zweiten Teil der geographisch-geologischen Studienreise nach Serbien vor.

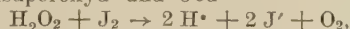
Das k. M. Hofrat M. Holl in Graz übersendet eine Abhandlung: „Zur Phylognese und Morphologie des vorderen Bauches des *M. digastricus mandibulae* des Menschen.“ Der vordere Bauch des *M. digastricus* besteht bei Affen und beim Menschen in seinem ursprünglichen Zustand aus einem medialen und aus einem lateralen Anteil, und jeder dieser aus einer oberflächlichen und aus einer tiefen Schicht. Jedes dieser Teilstücke kann einer teilweisen oder einer vollständigen Reduktion unterliegen. Durch diese Verhältnisse ist die Möglichkeit gegeben, alle die mannigfaltigen Bildungszustände, die der vordere Bauch des *M. digastricus* bei Affen und beim Menschen zeigt, zu erklären.

Der Erdbebenreferent für Steiermark, Dr. Franz Heritsch übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Das Judenburger Erdbeben vom 1. Mai 1916“. Das pleistoseiste Gebiet liegt um Judenburg (Intensität VII der Forel-Mercallischen Skala). Die Verbreitung der Intensität VI zeigt, daß ein typisches Querbeben vorliegt. Ein Zusammenhang mit einer Störungslinie ist nicht vorhanden; die Ursache des Bebens muß tiefer liegen als die oberflächlichen tektonischen Störungen. Die Untersuchung einer Anzahl neuerer obersteirischer Erdbeben ergibt, daß der größte Teil derselben typische Transversalbeben sind.

19. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Szintillationszählungen über die Reichweiteschwankungen der α -Strahlen von Ra-F in Luft, von J. P. Rothensteiner. Einem in theoretischen Arbeiten aus jüngster Zeit öfter geäußerten Wunsch entsprechend, wird eine Neubestimmung der Szintillationskurve von Ra-F für Luft unternommen, wobei auf weitestgehende Parallelität des verwendeten Bündels von α -Strahlen geachtet wurde.

E. Abel, Kinetik der Wasserstoffsuperoxyd-Jod-Reaktion. Die Geschwindigkeit der Reaktion zwischen Wasserstoffsuperoxyd und Jod



untersucht unter $\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{CH}_3\text{COONa}$ -Zusatz, ist streng proportional der H_2O_2 , in erheblichem Bereiche proportional der J^\bullet -Konzentration; sie nimmt in eigenartiger Weise mit steigender H^\bullet - und J^\bullet -Konzentration und unter sonst gleichen Verhältnissen mit sinkendem Acetatgehalt ab.

Dr. Joh. Holetschek, Adjunkt der k. k. Sternwarte in Wien, übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Untersuchungen über die Größe und Helligkeit der Kometen und ihrer Schweife. V. Die minder hellen periodischen Kometen“. Die Arbeit bildet den Abschluß der im IV. Teil enthaltenen Untersuchungen über die Helligkeitsverhältnisse der periodischen Kometen und ihre Beziehungen zur Größe der Schweifentwicklung, sodaß

nunmehr alle periodischen Kometen, die in mindestens zwei Erscheinungen beobachtet werden konnten, vollständig untersucht sind. Die Untersuchung führt zu dem Schluß, daß es unter den periodischen Kometen, die in mindestens zwei Erscheinungen beobachtet sind, nur konstante (wenigstens scheinbar konstante) und abnehmende gibt; eine Zunahme des Helligkeitsgrades von einer Erscheinung zu einer späteren war bei keinem Kometen nachzuweisen.

26. Oktober. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Prof. *Hans Molisch* legt eine von ihm ausgeführte Arbeit vor: *Über Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung (Traumanastie)*. 1. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem neuen Beispiel von Traumanastie, beobachtet am Blattstiel von *Episcia bicolor*, *Tyda Decaisneana* und anderen Pflanzen. 2. Wird die Blattspreite dieser Pflanzen, z. B. von *Episcia bicolor*, abgeschnitten, so krümmt sich der an der Mutterpflanze verbleibende Blattstiel in den folgenden Tagen allmählich nach abwärts, so daß er mit seinem Ende nach unten gerichtet ist, ja mitunter kommt es sogar zu einer Krümmung über die Vertikale hinaus, so daß der Blattstiel eine geschlossene Kreislinie bildet.

Prof. Dr. *R. Pöck* überreicht den dritten Bericht über die anthropologischen Studien in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern. Vom 10. Juli bis zum 16. Oktober 1916 hat der Berichterstatter zusammen mit Assistenten *Josef Weninger* in verschiedenen k. u. k. Kriegsgefangenenlagern 1087 Mann gemessen, davon 691 fotografiert, und zwar auf 1353 Negativplatten. Von Köpfen, Ohren, Händen und Füßen wurden im ganzen 38 Gipsabgüsse hergestellt. Die Untersuchungen betreffen vor allem Georgier, dann auch Türkvölker, Ukrainer (Kleinrussen) und finnisch-ugrische Völker. In bezug auf die Typenphotographie wurde die Bertillonische Methode durch Hinzufügung einer Drittelseitenansicht und Vergrößerung des Formates wesentlich modifiziert. Die Durchmischung der einzelnen Völkerschaften unter den Kriegsgefangenen ist so gleichmäßig, daß es bei diesen anthropologischen Untersuchungen gelang, durch manche Volksgruppe einen viel besseren anthropologischen Durchschnitt zu legen, als es einem auf einer bestimmten Route das Wohngebiet des Volkes durchstreifenden Forschungsreisenden möglich gewesen wäre.

Sitzungsberichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

23. Oktober. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

Professor Dr. *Franz Kofmat* berichtet über seine im Verlaufe des Sommers mit Unterstützung der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften durchgeführten geologischen Arbeiten im ehemaligen Sandschak Novipazar. Die Reise ging am 3. August von Belgrad über Kraljevo nach Raska, von wo aus das erzeiche Kopanikgebirge in Südserbien studiert wurde; daran knüpfte sich eine längere Untersuchung der Umgebung von Novipazar, Ribarie im oberen Ibartale und von Mitrovica am Kosovo. Schließlich wurde über Sjenica und Prijepolje der Anschluß an die bereits gut bekannten Gebiete Ostbosniens hergestellt. Für den Geologen ist der Bereich des bisher sehr wenig erforschten Sandschaks Novipazar deshalb von Interesse, weil sich hier der in Südserbien herrschende, durch das Auftauchen alter Schiefer- und Serpentinmassen sowie durch viele vulkanische Ausbrüche gekennzeichnete Gebirgstypus mit jenem der weit ausgedehnten Kalkmassive Montenegros berührt. Im östlichen Teile der Kalkgebirge ist noch eine vom oberen Ibar bis nach

Ostbosnien fortziehende, rund 160 km lange Zone von Eruptivgesteinen und hornsteinreichen Schichten erhalten, welche der Serpentininformation von Süd- und Mittelserbien entspricht. Auf Grund ihrer Lagerungsverhältnisse ist sie in die Zeit Oberjura-Unterkreide zu stellen. In landschaftlicher Beziehung ist das Gebiet aus einer breiten, alten, zwischen den montenegrinischen und südserbischen Bergen eingeschlossenen Längssenke hervorgegangen, in der während der Jungtertiärzeit große Seen bestanden. Ihre Ablagerungen zeigen sich besonders bei Sjenica schön entwickelt und sind jünger als die Gebirgsfaltung. Infolge einer nachträglichen bedeutenden Hebung, die aber ohne sichtbare Störung der Schichtenlagerung vor sich ging, schnitten die Flüsse tief ein und zerlegten die ehemalige Niederung in eine Anzahl von Plateaustücken, die oft weithin Höhen von 1100 bis 1300 m aufweisen, aber zwischen den beiderseitigen, bis über 2000 m emporsteigenden Randgebirgen weit zurückbleiben. Die Reise wurde vom K. und K. Generalgouvernement Belgrad in sehr weitgehender Weise durch Beistellung von Begleitmannschaft und von Transportmitteln gefördert.

Vom Sekretar werden vorgelegt: eine Arbeit von Professor *Engel*: „Die Teilung einer gewöhnlichen Potenzreihe durch eine ganze Funktion“ und zwei Arbeiten von Professor *Blaschke*: „Isoperimetrische Eigenschaften von Ellipse und Ellipsoid“ und „Über affine Geometrie. II. Die Mindestzahl der scatiatischen Punkte einer Eilinie“. — Professor *H. Held* trägt vor über: „Die Mikrosomen der Spermien von Mensch und Meerschwein“. Eine neue Protoplasmastruktur bedeutet das Vorkommen von feinen Protoplasmakörnchen, Mikrosomen, in Spermien dieser Wirbeltiere. Sie sind hauptsächlich in einer dünnen Plasmahülle verteilt, welche den Kopf der Spermie überzieht, und bilden hier oft sehr deutlich ausgeprägte Reihen, welche zwei miteinander rechtwinklig verkreuzten und sehr kleinen Fadensystemen angehören. Dieser Befund ist nicht nur zelltheoretisch wichtig, sondern auch für den allgemeinen Vergleich der Spermien von Wirbeltieren und Wirbellosen und im besonderen für das Problem der Befruchtung und Vererbung bedeutungsvoll.

Von Geheimrat Professor Dr. *Rinne* wurde eine Arbeit vorgelegt: „Zur Theorie des Wachstums- und Lösungsvorganges kristalliner Materie“ von Dr. *R. Groß*, Assistent am mineral-petrogr. Institut der Universität. Die allgemeine Idee der Arbeit ist, daß man einzudringen versucht in die Erkenntnis des Feinbaues der Materie mit Hilfe eines Agens, das an sich schon eine Einteilung des Kristallinen in 32 Gruppen gestattet. Bekanntermaßen haben in dieser Hinsicht die Röntgenstrahlen besonders günstige Resultate gezeitigt. Es ist aber nicht zu verkennen, daß die Erscheinungen des Wachstums und der Lösung im selben Sinne, vielleicht sogar mit noch größerem Vorteil verwendet werden können, da sie mit ihren 32 unterscheidbaren Symmetriegruppen den nur zur Bildung von 21 Symmetriegruppen verwertbaren Röntgenstrahlen überlegen sind. Es gilt zunächst die Verhältnisse des Wachstums und der Lösung nach einfachen Prinzipien zu erklären unter Zugrundelegung der Vektoren der Wachstums- und Lösungsgeschwindigkeit, nachdem sich durch eine Arbeit von Professor Dr. *J. J. P. Valetton* herausgestellt hat, daß die Löslichkeit eine skalare Eigenschaft kristalliner Körper ist. Diese Ordnung der Verhältnisse nach einfachen geometrisch-mathematischen Gesichtspunkten hat die Arbeit von Dr. *Groß* geleistet, sodaß nunmehr experimentelle Untersuchungen auf dieser Basis aufbauen können, zum Zweck, die kristalline Struktur auf diesem besonderen Wege auffindig zu machen.

Zum Schluß legt Geheimrat *Wiener* eine Arbeit von *Ludwig Schiller* über: „Schraubenvirkung und Tragflächen. Ein paar Modellversuche“ vor.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Püttenberg**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 47.

24. November 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Verwertung der Hefe als Nährmittel für Mensch und Tier. Von Privatdozent *Dr. Wilhelm Völtz, Berlin.* S. 705.

Der Bohrrapparat des Bohrwurms *Teredo navalis.* Von *Dr. W. Kuhlmann †, Bremen.* S. 710.

Die Flugleistung der Vögel und der Segelflug. Von *Gustav Lilienthal, Berlin-Lichterfelde.* S. 713.

Besprechungen:

Hager, P. K., Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal (Kanton Graubünden). Von *Eduard Rübel.* S. 718.

Kerner von Marilaun, Anton, Pflanzenleben. Von *Ernst G. Pringsheim.* S. 718.

Landsberg, Bernhard, Streifzüge durch Wald und Flur. Von *Thilo Krumbach.* S. 719.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin. S. 719.

Kleine Mitteilungen:

Die Physik auf der diesjährigen Tagung der British Association. Bericht des Physikalischen Staatslaboratoriums in England. Zur Fliegenplage in Wohnungen und Lazaretten. Larven des Leuchtkäfers. Nacktes tierisches Protoplasma. Magensaft. Polydaktylie auf Sardinien. Der Einfluß des Tannins und Fichtenharzes auf den Stickstoffhaushalt des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. Die Bedeutung einer Impfung beim Anbau von Hülsenfrüchten und Kleearten. S. 720—724.



Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Für Lehranstalten, für Fachgelehrte oder Freunde der Naturwissenschaft, seltene u. prächtige

Sammlung

**von Meer- u. Süßwasser-Muscheln
sowie Meer- und Land-Schnecken.**

13560 Stück, Systematisch geordnet, in zwei Schränken. Verzeichnis vorhanden. **Preis 12 000 Reichs-Mark.** Familien-Verhältnisse wegen zu verkaufen vom Besitzer:

Adolf Hackl, Wien XV, Gerstnerstraße 1 (Oesterreich).

Soeben ist erschienen und durch mich zu beziehen:

Merck's Reagenzien-Verzeichnis

enthaltend die gebräuchlichen Reagenzien und Reaktionen
geordnet nach Autorennamen

Zum Gebrauch für chemische, pharmazeutische, physiologische und bakteriologische Laboratorien sowie für klinisch-diagnostische Zwecke

Vierte Auflage

Abgeschlossen im Juli 1916

In Leinwand gebunden Preis M. 8.—

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Angewandte Elektrizitätslehre

Ein Leitfaden für das elektrische und elektrotechnische Praktikum

Von

Professor Dr. Paul Eversheim,

Privatdozent für angewandte Physik an der Universität Bonn

Mit 215 Textfiguren

Preis M. 8.—, in Leinwand gebunden M. 9.—

Vor kurzem erschien:

Darstellung und Begründung einiger neuerer Ergebnisse der Funktionentheorie

Von

Dr. Edmund Landau,

o. ö. Professor der Mathematik an der Universität Göttingen

Mit 11 Textfiguren

Preis M. 4.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

24. November 1916.

Heft 47.

Über die Verwertung der Hefe als Nahrungsmittel für Mensch und Tier.

Von Privatdozent Dr. Wilhelm Völtz, Berlin.

Der Hefepilz ist in verschiedenen Nahrungs- und Futtermitteln stets enthalten. Wir genießen z. B. im Brot und im Bier regelmäßig gewisse, wenn auch nur kleine Mengen Hefe. Wesentlich reicher an Hefe sind die verschiedenen Schlempen, die in den Brennereiwirtschaften als wertvolle Kraftfutterstoffe zur Verfügung stehen, und die zum Teil auch in getrocknetem Zustande (Getreideschlempen) Handelsfuttermittel sind.

In isolierter Form gelangte bis vor wenigen Jahren in beschränktem Umfange nur die überschüssige frische Brauereihefe zur Verfütterung, und zwar in den Brauereien selbst und in nahe gelegenen Landwirtschaftsbetrieben. Ein weiterer Transport konnte für die Frischhefe infolge ihres geringen Trockensubstanzgehaltes (ca. 15 %) nicht in Betracht kommen und war auch schon deshalb ausgeschlossen, weil die sehr proteinreiche Hefe in nassem Zustande leicht verdirbt. So war es erklärlich, daß große Mengen der durch das Gärungsgewerbe erzeugten Hefe regelmäßig verloren gingen, die nach den Schätzungen M. Delbrücks¹⁾ allein für die deutschen Brauereien jährlich etwa 70 000 t betrugen. Dieser Verschleuderung von wertvollen Nährstoffen konnte erst begegnet werden, als es auf die Initiative von M. Delbrück gelang, die Hefe durch geeignete Trockenapparate in Trockengut überzuführen, das leicht transportabel, beliebig lange haltbar und somit stapelfähig ist.

Bevor wir uns nun über die Eignung der Trockenhefe als Nahrungs- und Futtermittel unterhalten, sei erwähnt, daß die Hefe seit den ältesten Zeiten bis heute vielfach als Heilmittel Verwendung gefunden hat; beispielsweise in der Therapie des Diabetes, der Tuberkulose, der Skrophulose, des Milzbrandes, des Abdominaltyphus, bei Pneumonie, Gelenkrheumatismus, Brandwunden, Furunkulose usw.²⁾. Gute Heilwirkungen sind sowohl bei Anwendung lebender Hefezellen als auch mit Trockenhefepräparaten beobachtet worden, so daß also durch die Abtötung der Hefe bei nicht zu hoher Temperatur keine oder jedenfalls keine erhebliche Beeinträchtigung ihrer Heilwirkung herbeigeführt wird. In Übereinstimmung mit diesen Erfahrungen wurde gefunden,

daß auch die abgetötete Hefe bestimmte Fermentationen des Organismus erhöht¹⁾.

In gewissem Umfang wird die Hefe als Ausgangsmaterial für die Gewinnung bestimmter Genußmittel, insbesondere dem Fleischextrakt ähnlicher Erzeugnisse benutzt.

Wenn wir uns nun der Frage nach dem Nährwert der Hefe zuwenden, so sind für denselben bestimmend:

1. die chemische Zusammensetzung,
2. die diätetischen Eigenschaften und
3. die Verdaulichkeit und Ausnutzung der Hefe durch den menschlichen und tierischen Organismus.

Was zunächst die chemische Zusammensetzung betrifft, so weisen getrocknete, untergärige Bierhefen keine großen Schwankungen in ihrem Nährstoffgehalt auf; im großen Durchschnitt enthalten dieselben etwa:

Wasser	Trockensubstanz	Asche	Organische Substanz
10 %	90 %	8 %	82 %
Rohprotein	Rohfett	Kohlenhydrate	
50 %	4 %	28 %	

Die Asche enthält in der Hauptsache Phosphorsäure und Kali, und bei den später zu besprechenden Mineralhefen, die im übrigen ähnlich zusammengesetzt sind, außerdem Kalk. Sehr hoch ist der Proteingehalt, der über die Hälfte der Trockensubstanz beträgt. Der Fettgehalt ist zwar nicht bedeutend, er beträgt aber immerhin 3—5 %²⁾. Die Hefe ist ziemlich reich an das Wachstum fördernden Phosphatiden. Die zu etwa einem Drittel der Trockensubstanz vorhandenen Kohlehydrate der Hefe bestehen vorwiegend aus Glykogen.

Die Brauereihefe besitzt einen stark bitteren Geschmack, weil sie noch kleine Mengen (weit unter 1 %) Hopfenbittersäuren enthält. Da diese Bitterstoffe in Kombination mit Hefe dem menschlichen Gaumen nicht zusagen, während man dieselben z. B. im Pilsener Bier sehr schätzt, muß die für die menschliche Ernährung bestimmte Brauereihefe zuvor entbittert werden. Das geschieht durch Alkalibehandlung (Na_2CO_3) in starker Verdünnung in der Kälte und durch Waschung mit kaltem Wasser. Die so entbitterte und auf Walzenapparaten getrocknete Hefe stellt

¹⁾ M. Winkel, Über den Einfluß der abgetöteten Hefe auf die Verdauungsfermente. Münchener Medizinische Wochenschrift Jahrg. 62, Nr. 30, 1915.

¹⁾ M. Delbrück, Hefe ein Edelpilz. Wochenschrift für Brauerei Bd. 27, Nr. 31, S. 375, 1910.

²⁾ R. Förster, Die Verwendung der Hefe als Heilmittel. Wochenschrift für Brauerei Jahrg. 27, S. 519 bis 521, 1910.

die sogen. Nährhefe dar. Die Nährhefe besitzt ebenso wie die sogen. Mineralhefe einen charakteristischen Hefegeschmack. Über die Güte des Hefegeschmacks gehen, wie nicht anders zu erwarten, die Ansichten sehr auseinander. Der Hefegeschmack wird bei küchenmäßiger Zubereitung der Hefe mit geeigneten anderen Speisen¹⁾ völlig verdeckt, wenn die Mengen nicht zu groß bemessen sind (bis zu ca. 50 g pro Person und Tag). Auch können gewisse Mengen Nährhefe mit Mehl zu Brot verbacken werden, ohne geschmacklich hervortreten²⁾. Die Nährhefe hat sich in der Kost von Gesunden und Kranken sehr gut bewährt³⁾. Sie ist den reinen Eiweißpräparaten nicht zuzurechnen, obgleich ihre Trockensubstanz etwa zur Hälfte aus verdaulichem Eiweiß besteht. Die Hefe ist im Gegensatz zu dem isolierten Eiweiß ein Organismus, der alle organischen und anorganischen Verbindungen enthält, welche zur Unterhaltung der normalen Lebensvorgänge der Zelle erforderlich sind. Daß dieser Tatsache auch bei der Verwendung der Hefe als Nahrungs- und Futtermittel eine besondere ernährungsphysiologische Bedeutung zukommt, werden wir später bei der Besprechung der Tierversuche sehen.

Während des Krieges ist die Hefe ganz besonders dazu geeignet, dem vielfach hervortretenden Mangel an Nahrungs- und Futtereiweiß zu begegnen, weil sie im großen erzeugt werden kann.

Über die Verdaulichkeit und über die Ausnutzung der Hefenährstoffe durch den menschlichen Organismus sind wir durch einen Stoffwechselversuch unterrichtet⁴⁾, dessen wichtigste Ergebnisse hier kurz angeführt seien. Die Versuchsperson wog 65 kg. Es gelangten zwei Perioden von 5- und von 4-tägiger Dauer zur Durchführung, und zwar eine Grundregime- und eine Hefeperiode. Die analysierte und stets restlos genossene Nahrung bestand aus Roggenbrot, Kekes, Reis, Schinken, Milch, Butter, Schweizerkäse, Kakao, Tee, Zucker, Himbeersaft und Apfelmus, in der zweiten Periode wurden außerdem täglich 100 g Nährhefe genossen. Die Nährstoffaufnahme betrug:

in der Grundregimeperiode 60,7 g Eiweiß und 2554 Kalorien, bzw. 48,56 g verdauliches Eiweiß und 2307 nutzbare Kalorien;

in der Hefeperiode 114 g Eiweiß und 3006 Ka-

lorien, bzw. 94,46 g verdauliches Eiweiß und 2666 nutzbare Kalorien.

Die Hefenährstoffe wurden zu folgenden Prozentsätzen verdaut:

die organische Substanz	zu rund	90 %
das Eiweiß	„ „	86 %
das Fett	„ „	70 %
und die Kohlehydrate	„ „	100 %

Der physiologische Nutzwert der Hefe betrug rund 75 % ihres Energiegehaltes. Da die Verdaulichkeit der Nährstoffe in ihrer Gesamtheit 90 % beträgt, und da die Nährhefe in diätetischer Hinsicht ein einwandfreies Produkt darstellt, ist sie ein vollwertiges Nahrungsmittel für den Menschen, das durch seinen hohen Gehalt von 45 bis 50 % verdaulichem Eiweiß noch besonders charakterisiert wird.

Auf die günstigen Erfahrungen mit der Nährhefe in der Kost von Gesunden, Rekonvaleszenten und Kranken ist bereits hingewiesen worden.

Ausgedehnte Untersuchungen über die Verdaulichkeit und Ausnutzung der Trockenhefe wurden an verschiedenen landwirtschaftlichen Nutztiergattungen durchgeführt. Pferde, Kühe, Schafe, Schweine, Gänse und Hühner sind für diese Versuche eingestellt worden. Teils handelte es sich um exakte Ausnutzungsversuche (an Wiederkäuern und am Haushuhn), teils um praktische Fütterungsversuche. Außerdem wurden Stoffwechselversuche an Hunden angestellt, die sich bekanntlich als Versuchstiere besonders gut eignen, und mit denen die genauesten Resultate zu erhalten sind, weil die Faeces der einzelnen Fütterungsperioden leicht vollkommen abgegrenzt werden können.

Alle Haustiere, Hunde ausgenommen, verzehren die bittere Brauereihefe lieber als die entbitterte. Pferde, Schafe, Schweine und Hühner nehmen die Hefe zumeist ohne Schwierigkeiten am ersten Tage auf. Nur Milchkühe pflegen an den ersten 3—4 Tagen die Hefe zu verweigern. Haben sie sich jedoch erst daran gewöhnt, dann fressen sie die bittere Hefe mit besonderer Vorliebe, wie die übrigen Haustiere. Die Hefe erwies sich ganz besonders dazu geeignet, geschmackstoffarmes Futter (z. B. Getreidestroh und -spreu, Kartoffeln usw.) geschmacklich wesentlich zu verbessern. Die Hefe ist also nicht nur ein wertvolles eiweißreiches Kraftfuttermittel, sondern auch appetitanregend.

Über die Verdaulichkeit und Verwertung der Hefe durch den Wiederkäuer, das Haushuhn und den Hund unterrichten die folgenden Daten. Zum Vergleich sind die vorstehend bereits mitgeteilten Zahlen über die Ausnutzung der Hefe durch den Menschen in dieser Übersicht nochmals angeführt worden.

Hinsichtlich der Resorbierbarkeit des Proteins der Hefe besteht bei den verschiedenen Tierspezies hiernach hohe Übereinstimmung. Die Verdauungswerte schwankten nämlich trotz verschiedener Provenienz der benutzten Hefen nur

¹⁾ Hierüber unterrichtet ein von dem Institut für Gärungsgewerbe zu Berlin zu beziehendes Hefekochbuch.

²⁾ Siehe Zeitschrift für Spiritusindustrie Nr. 37, S. 357, 1915.

³⁾ Siehe z. B. unter *Schottelius*, Deutsche medizinische Wochenschrift Nr. 28, 1915, und *H. Wintz*, Die Bedeutung der Nährhefe als Nahrungsmittel. Münchener medizinische Wochenschrift Nr. 13, S. 455 bis 456, 1916.

⁴⁾ *W. Völtz* und *A. Baudrexel*, Die Verwertung der Hefe im menschlichen Organismus. Biochemische Zeitschrift Bd. 30, Heft 6, S. 457—472, 1911, und ebenda Bd. 31, 3. und 4. Heft, 1911.

Verdaulichkeit und physiologischer Nutzeffekt der Nährstoffe der Hefe.

	Hefeart	Organische Substanz	Roh- protein	Rohfett	Kohle- hydrate	Kalorien	Physiolo- gischer Nutzeffekt
		%	%	%	%	%	%
Nach Versuchen am							
a) Menschen ¹⁾ . .	entbitterte Brauerihefe (Nährhefe)	90	86	70	100	88	75
b) Hund ²⁾	Hefe unbekannter Provenienz		87			70	
3)	entbitterte Brauerihefe (Nährhefe)	78	89	75	52	79	69
c) Schaf ⁴⁾	unentbitterte Brauerihefe	94	88	100	100	94	84
d) Haushuhn ⁵⁾ . .	unentbitterte Brauerihefe	78	76	57	90	73	66

innerhalb 86—88 %. Das Haushuhn allein macht eine Ausnahme. In erster Linie dürfte für die erhebliche Minderverdaulichkeit des Eiweiß (um 12 %) der kurze Verdauungstraktus des Haushuhnes und die Tatsache in Betracht kommen, daß die Contenta nur sehr kurze Zeit im Darmkanal weilen. Die Kotentleerung erfolgt nämlich zu- meist bereits 1½—3 Stunden nach der Futter- aufnahme. Die N-freien Nährstoffe werden ebenfalls am schlechtesten durch das Huhn aus- genutzt (73 %), ähnlich schlecht durch den Hund, der bekanntlich gleichfalls nur einen kurzen Darmkanal hat, jedoch seiner Natur entsprechend, die eiweißreiche Nahrung (Fleisch) verlangt, ein hohes Ausnutzungsvermögen für Protein besitzt. Für Omnivoren und Herbivoren sind die Kohle- hydrate der Hefe restlos verdaulich.

Was die praktischen Fütterungsversuche mit der Hefe betrifft, so bestätigen dieselben voll- kommen die Ergebnisse der Ausnutzungsversuche. Die Hefe hat sich in den Rationen für alle Haustiere bewährt, so z. B. besonders auch bei der Schnellmast wachsender Schweine⁶⁾. Sie ist

infolge ihrer günstigen diätetischen Eigenschaf- ten und ihrer hohen Verdaulichkeit sehr dazu ge- eignet, als eiweißreiches Kraftfutter für junge Tiere zu dienen, sobald ein Ersatz oder ein teil- weiser Ersatz der Muttermilch in Frage kommt. Auch junge, kurz vorher dem Ei entschlüpfte Küken verzehrten mit Vorliebe Trockenhefe und erhielten dieselbe im Gemisch mit den geeigneten eiweißarmen Futterstoffen bis zum Abschluß des Wachstums.

Legehühner verwerteten die bittere Brauerie- hefe bei der Eierproduktion ebenso hoch, wie die gleiche Menge verdaulicher Nährstoffe in Form von bestem Fleischmehl (l. c.).

Versuche an Milchkühen mit genauer Fest- stellung des Futterverzehr und des Gehaltes der Nahrung an verdaulichen und verwertbaren Nähr- stoffen führten zu dem Ergebnis, daß die Hefe eine sogen. spezifische Wirkung insofern hatte, als sie den Fettgehalt der Milch erhöhte¹⁾.

Im Gemisch mit bestimmten Futtermitteln²⁾, insbesondere mit Strohhacksel, hatte die Hefe, wie durch exakte Ausnutzungsversuche an Wie- derkäuern erwiesen wurde, eine starke spezifische Wirkung, die in einer wesentlich gesteigerten Verdaulichkeit sämtlicher Nährstoffe des Strohes über die bisher beobachteten Höchstwerte zutage trat. Es gelangte ein Gemisch von 44 % Hefe und 56 % Hacksel von Winterweizenstroh als Zulage zu Wiesenheu an Schafe zur Verfütterung. So-

hefe, Kartoffeln und Gerste. Landwirtschaftl. Jahrb. Bd. 42, S. 119—179, 1912.

¹⁾ W. Völtz, A. Baudrexel und W. Dietrich, Die Ver- wertung der Trockenhefe, der Kartoffelschlempe, der Malzkeime usw. als Kraftfuttermittel für die Milch- leistung. Landwirtschaftliche Jahrbücher Bd. 47, S. 573—638, 1915.

²⁾ W. Völtz, W. Dietrich und A. Deutschland, Die Verwertung zweier Hefemischfutter (Strohhacksel— Hefe und Torfmehl—Holzkohle—Hefe) durch den- Wiederkäufer (Schaf). Landwirtschaftl. Jahrb. Bd. 45, S. 1—27.

¹⁾ W. Völtz und A. Baudrexel, Die Verwertung der Hefe im menschlichen Organismus. Bioch. Zeitschrift 1911, Bd. 30, H. 6, S. 457—472 und Bd. 31, H. 3 und 4, S. 355—357.

²⁾ W. Völtz, Über den Einfluß verschiedener Ei- weißkörper und einiger Derivate derselben auf den Stickstoffumsatz usw. Pflügers Archiv 1905, Bd. 107, S. 388.

³⁾ Noch nicht veröffentlicht.

⁴⁾ W. Völtz, J. Pächtnier und A. Baudrexel, Über die Verwertung der Trockenhefe durch die landwirt- schaftlichen Nutztiere. Landw. Jahrbücher 1912, Bd. 42, S. 193—254.

⁵⁾ W. Völtz, Vortrag auf der Generalversammlung des Vereins der Spiritusfabrikanten in Deutschland. Jahrb. des Vereins 1913, S. 319.

⁶⁾ W. Völtz, Über den Einfluß der Ernährung und der Haltung auf die Gewichtszunahme, die Ausbildung der Körperformen und das Schlachtergebnis beim wach- senden Schwein. Fütterungsversuche mit Trocken-

wohl die Verdaulichkeit als auch die Verwertung der Hefe wurden direkt bestimmt. Für das Weizenstroh ergaben sich auf Grund der an zwei Tieren ausgeführten Stoffwechselversuche folgende Verdauungswerte, wenn es in der genannten Kombination als Zulage zu Heu verabreicht wurde:

Verdauungswerte für das Weizenstroh.

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe
	%	%	%	%	%
Nach unseren Versuchen	55.9	42	78	60.6	52.1
Bisher direkt bestimmte Verdauungswerte (Landw. Kalend. von Mentzel und v. Lengerke) . .	34—48	0—26	17—44	42—59	29—40

Durch diese Resultate ist die verdauungsfördernde Wirkung der Hefe auf die Nährstoffe des Weizenstrohes erwiesen.

Vorstehend wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Hefe in ernährungsphysiologischer Hinsicht mit einem isolierten Eiweißpräparat nicht verglichen werden dürfe, da sie im Gegensatz zum Eiweiß alle organischen und anorganischen Stoffe enthält, die zum Leben des einzelligen Organismus erforderlich sind. Es lag daher die Annahme nahe, daß auch der Organismus der höheren Tiere voraussichtlich längere Zeit oder dauernd seinen gesamten Bedarf an Nährstoffen und an Genußstoffen aus der Hefe würde decken können, sofern die im Hinblick auf den hohen Eiweißgehalt der Hefe erforderlichen N-freien Nährstoffe (Zucker und Stärke) und außerdem die fehlenden Salze mit verfüttert würden. Ob es dagegen bei dem Ersatz des Hefeciweiß durch isoliertes Protein und im übrigen nahezu übereinstimmender Zusammensetzung des übrigen Futters gelingen würde, Tiere längere Zeit normal zu ernähren, erschien zum mindesten zweifelhaft. Durch geeignete Versuchsanstellung mußten sich diese Fragen beantworten lassen. Im Hinblick auf die Wichtigkeit derselben sollen die Versuchsergebnisse hier etwas eingehender besprochen werden. Verfasser¹⁾ wählte als Versuchstiere weiße Ratten, an denen sich auch exakte Bilanzversuche gut durchführen lassen, und die besonders freßlustig sind, so daß Versuchsstörungen nicht leicht zu befürchten waren.

Die Hefeperiode war bei einer Ratte von

21-tägiger Dauer. Das Tier verzehrte im Mittel täglich:

	Stickstoff	Kalorien
4,1745 g Hefe . . .	mit 362,3 mg	18,6510
1,0436 „ Zucker . .	„	4,1347
und 7,3057 „ Stärke . .	2,0 „	24,8170
	Sa. 364,3 mg	47,6027

außerdem wurde etwas Kochsalz und Knochenasche gereicht.

Die Stickstoffbilanz war im Mittel pro 1 Tag:

In den Fäces	Verdaut	Im Urin	In den Epidermisgebilden
Stickstoff	Stickstoff	Stickstoff	Stickstoff
mg	%	mg	%
122,5	33,6	241,8	66,4
195,6	53,7	6,0	1,6
In den Ausscheidungen insgesamt	Stickstoff	Stickstoffansatz	Mittleres Gewicht der Ratte
mg	%	mg	%
324,1	89	40,2	11
			180,7

Energieumsatz:

Im Kot	13,9 %	des Energiegehaltes der Zufuhr
im Urin	4,8 %	„ „ „ „

Sa. . . 18,7 % des Energiegehaltes der Zufuhr.

Somit betrug der physiologische Nutzeffekt des Futters 81,3 % seines Energiegehaltes.

Das Anfangsgewicht der Ratte war . . . 176,1 g
das Endgewicht 186,1 g

Somit betrug die Gewichtszunahme . . . 10,0 g.

In der zweiten Periode wurde statt des Hefeciweiß *Kasein* gereicht. Diese Periode dauerte 22 Tage. Der mittlere Futterverzehr betrug täglich:

	Stickstoff	Kalorien
2,8020 g Kasein . . .	mit 337,94 mg	13,557
0,2336 „ Rindertalg . .	0,27 „	2,207
7,2920 „ Stärke . . .	1,90 „	24,779
0,9733 „ Rohrzucker . .	„	3,856
Sa.	340,11 mg	44,399

Die Stickstoffbilanz war im Mittel von 1 Tag:

In den Fäces	Verdaut	Im Urin	In den Epidermisgebilden
Stickstoff	Stickstoff	Stickstoff	Stickstoff
mg	%	mg	%
226,4	66,6	113,7	33,4
281,6	82,7	6	1,8
In den Ausscheidungen insgesamt	Stickstoff	Stickstoffansatz	Mittleres Gewicht der Ratte
mg	%	mg	%
514	151,1	173,9	51,1
			177,6

Energieumsatz:

In den Fäces	5,8 %	der Zufuhr
im Urin	6,1 %	„ „ „ „

Sa. . . 11,9 % der Zufuhr.

Somit betrug der physiologische Nutzeffekt des Futters 88,1 % seines Energiegehaltes.

¹⁾ W. Völtz, J. Pächtnier und A. Baudrexel, Über die Verwertung der Trockenhefe durch die landwirtschaftlichen Nutztiere. Landw. Jahrbücher Bd. 42, S. 233—239, 1912.

Das Anfangsgewicht der Ratte war . . .	185,2 g
das Endgewicht	165,2 „
Also in 22 Tagen	20,0 g

Abnahme.

Aus dem Vergleich beider Perioden geht hervor, daß der Stickstoff des Kaseins in der gewählten Futterkomposition viel schlechter resorbiert wurde als der der Hefe (33 gegenüber 66 %). In der Hefeperiode standen daher dem Tier täglich 1,51 g, in der Kaseinperiode dagegen nur 0,706 g verdauliches Eiweiß zur Verfügung. In normalen Rationen wird das Kasein etwa zu 95 % verdaut. Das Tier hätte also in der Kaseinperiode voraussichtlich ebensoviel verdauliches Eiweiß zur Verfügung haben müssen als in der Hefeperiode. Das war jedoch, wie wir sahen, nicht der Fall, und weil die Menge von 0,7 g verdaulichem Eiweiß zur Deckung des Nährstoffbedarfes nicht ausreichte, verlor das Tier in der Kaseinperiode erhebliche Stickstoffmengen von seinem Körperbestande, während es in der Hefeperiode Stickstoff retinierte. Gleichsinnige Daten ergeben die Wägungen des Tieres (siehe oben). Der Gehalt des Futters an ausnutzbaren Nährstoffen war übrigens in beiden Perioden nahezu übereinstimmend (38,7 nutzbare Kalorien pro Kopf und Tag in der Hefeperiode und 39,1 nutzbare Kalorien in der Kaseinperiode).

Worauf die schlechte Resorbierbarkeit des reinen Kaseins beruht, wenn es ausschließlich im Gemisch mit isolierten Kohlehydraten und Fett sowie den notwendigen Mineralstoffen verfüttert wird, ist durch weitere Versuche festzustellen.

In vollem Einklang mit den mitgeteilten Bilanzversuchen stehen praktische Fütterungsversuche an ausgewachsenen, an trächtigen und an säugenden Ratten, die die mitgeteilten Futtergemische ad libitum längere Zeit erhielten. Die „Heferatten“ gediehen während der mehrmonatigen Versuchsdauer ausgezeichnet und brachten normale Junge zur Welt, die sich gut entwickelten. Die „Kaseinratten“ gingen, trotzdem sie so viel Futter erhielten, wie sie verzehren konnten, nach einiger Zeit zugrunde. Wurde jedoch bei den durch die Kaseinfütterung dem Verenden nahen Ratten das Kasein durch Hefe ersetzt, so erholten sich die Tiere zusehends und erreichten bald wieder normales Körpergewicht.

Es ist durch diese Versuche erwiesen, daß die Hefe alle stickstoffhaltigen Nährstoffe und organischen Genußstoffe sowie die Vitamine enthält, deren der Organismus zum Gedeihen und überhaupt für die Aufrechterhaltung aller übrigen physiologischen Funktionen (z. B. Entwicklung der Föten, Milchsekretion usw.) bedarf. Ein isolierter Eiweißkörper kann dagegen die Hefe als Nahrungsmittel nicht vollständig ersetzen.

Der Hefe kommt jedoch nicht nur in ernährungsphysiologischer, sondern auch in volkswirtschaftlicher Hinsicht eine erhebliche Bedeutung

zu. Deutschland ist bekanntlich zu Friedenszeiten darauf angewiesen gewesen, seinen Bedarf an proteinreichen Kraftfutterstoffen zu einem erheblichen Prozentsatz durch Einfuhr aus dem Ausland zu decken. Während des Krieges fiel dieser Import fort. Es galt, neue Eiweißquellen zu schaffen, um die Ernährung der Menschen und der Haustiere sicherstellen zu können. Diese Eiweißquellen sollen aber womöglich nicht nur für die Kriegszeit bestimmt sein, sondern sie sollen auch im Frieden fortbestehen, um die alljährlich an das Ausland gezahlten Summen¹⁾ möglichst dem Nationalvermögen zu erhalten. Eine wichtige Quelle für die Gewinnung von eiweißreichen Nahrungs- und Futtermitteln ist die Massenerzeugung von Hefe, der sogen. Mineralhefe.

Dieses Verfahren baut sich auf jahrelange Versuche des Instituts für Gärungsgewerbe auf, welche von *Delbrück, Henneberg, Lindner, Hayduck, Lange* und *Nagel* ausgeführt worden sind. Im Jahre 1915 ist es *Hayduck* gelungen, so hohe Ausbeuten an sogen. Mineralhefe zu erhalten, daß die Herstellung von Nahrungs- und Futterhefe ermöglicht wurde. Die Hefe ist ein einzelliger Pilz, welcher sich in geeigneten Nährlösungen bei starker Lüftung sehr schnell vermehrt. Die Nährlösungen bestehen aus Zucker und anorganischen Salzen, nämlich schwefelsaurem Ammoniak, phosphorsauren, Kali-, Kalk- und Magnesiasalzen. Der Zucker ist in der Hauptsache in Form von Melasse verwendet worden. Bei der Mineralhefe handelt es sich nicht um Brauerei- oder Brennereihefe, sondern um eine besonders schnell wachsende Heferasse, die auch im Gegensatz zu den genannten anderen Hefen den Zucker nicht in Alkohol und Kohlensäure überführt, sondern zum Aufbau ihrer Leibessubstanz verwendet.

Als Grundlage für das Verfahren der Massenerzeugung von Hefe dienen die Erfahrungen in der Preßheferzeugung, nur ist das neue Verfahren wesentlich einfacher. Erforderlich sind ein Lösungsbottich für die Rohstoffe, ein Lüftungsbottich, ein Absatzbottich und eine Trockeneinrichtung. Aus dem Lösungsbottich läßt man die Nährlösungen in den sogen. Lüftungsbottich fließen, in dem die wachsende Hefe fortlaufend stark gelüftet werden muß. In wenigen Stunden ist die Synthese des Hefeeiweiß beendet. Aus dem Lüftungsbottich läßt man die Lösung mit der Hefe in den Absatzbottich fließen, in dem sich die Hefe zu Boden senkt. Die am Boden befindliche Hefe hat bis zu 8 % Trockensubstanz; sie wird dann in bekannter Weise getrocknet. Die getrocknete Hefe hat ungefähr 90 % Trockensubstanz. Man plant, Fabriken zu errichten, die jährlich 4000 bis 15 000 t Trockenhefe herstellen, und eine Anzahl Fabriken sind bereits im Betrieb.

¹⁾ Jährlich wurden für ca. 1 Milliarde Mark Kraftfuttermittel importiert.

Mit zwei Mineralhefepreparaten sind Stoffwechselversuche an Hunden ausgeführt worden. Die Mineralhefe wurde als Zulage zu Fleisch gereicht, dessen Verdaulichkeit und Ausnutzung in einem besonderen Versuch bestimmt worden war. Es wurden folgende Verdauungswerte und Ausnutzung bestimmt:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Kohlhydrate	Kalorien	Physiologischer Nutzeffekt
Mineralhefe ¹⁾	71,1 %	85 %	34,1 %	54,5 %	71,8 %	60,4 %
" 2)	70,3 %	83,5 %	47,0 %	47,9 %	71,8 %	59,6 %

Die Ergebnisse beider Versuche stimmen hier nach gut überein und weichen nur unwesentlich von den für die Brauereihefe an Hunden gefundenen Verdauungswerten ab. Es ist weiter zu folgern, was für die Brauereihefe durch Stoffwechselversuche erwiesen ist, daß die Mineralhefe von omnivoren und herbivoren Tieren entsprechend höher als von Hunden ausgenutzt wird. Die Mineralhefe ist der Brauereihefe also gleichwertig. An Haustiere der Ernährungsphysiologischen Abteilung des Instituts für Gärungsgewerbe, und zwar an Kühe, Kälber, Ferkel, Hühner und Hunde ist die Mineralhefe in kleineren und auch in größeren Mengen viele Monate verfüttert worden. Es wurden die gleichen günstigen Erfahrungen gemacht, wie mit der Brauereihefe. Hunde erhielten z. B. gekochte Kartoffeln und Mineralhefe, außer Knochen und etwas Kochsalz, mehrere Monate als ausschließliches Futter³⁾.

Schließlich mögen noch einige Angaben mitgeteilt sein über die zu verabreichenden Hefegaben. Die Trockenhefe kann an Pferde und Rinder in Mengen von etwa 500 g pro Kopf und Tag, dem übrigen Futter untermischt, verfüttert werden. Schweine erhalten bis zu 300 g, Schafe bis zu 200 g. Bei ungenügendem Eiweißgehalt des übrigen Futters kann an sämtliche Tierespezies auch erheblich mehr verfüttert werden, als oben angegeben ist. Auch für Legehühner ist die Hefe in Mengen von ungefähr 25 g, z. B. gekochten Kartoffeln untermischt, ein ausgezeichnetes Futtermittel.

¹⁾ Berliner Physiologische Gesellschaft, Sitzung vom 9. Juli 1915. W. Völitz, Über die Ausnutzung der in Lösungen von Zucker und anorganischen Salzen gezüchteten Hefe durch den tierischen Organismus. Berliner Klinische Wochenschrift Nr. 33, 1915.

²⁾ Noch nicht veröffentlicht.

³⁾ W. Völitz, Weitere Erfahrungen mit der Verfütterung von in Lösungen von Zucker und anorganischen Nährsalzen gezüchteter sogen. Mineralhefe. Zeitschrift für Spiritusindustrie Nr. 40, 1915.

Der Bohrrapparat des Bohrwurms *Teredo navalis*.

Von Dr. W. Kuhlmann †, Bremen.

Vorbemerkung des Herausgebers. Der nachfolgende Aufsatz ist ein Glied in einer Kette von Untersuchungen, die der Verfasser im Laufe der letzten Jahre im Auftrage des Deutschen Kolonialamtes an südwestafrikanischen Bohrwürmern angestellt hat. Das Ziel der Bemühungen war, durch neuerliche Untersuchung des Baues und der Lebensweise des *Teredo* Mittel zu wirksamer Bekämpfung des Tieres zu finden.

Es ist Dr. Kuhlmann nicht vergönnt gewesen, diese Absicht zu verwirklichen, noch auch nur Wesentliches zu ihrer Lösung beizutragen: als der Weltkrieg ausbrach, rief ihn das Vaterland an die Front, und in einer der Schlachten im Westen ist er gefallen.

Dr. Kuhlmanns nachfolgende Ermittlungen über die Art des Bohrrapparates und seine Wirkungsweise stellen nur den Auftakt der umfassenden Naturgeschichte des *Teredo* dar, mit der er sich trug. Sie sind indessen das einzige Kapitel, das sich druckfertig in seinen Papieren vorfand. Wir geben es hier in der Form wieder, die er allem Anschein nach dem Thema einmal zu Vortragszwecken gegeben hat, und machen nur am Ende der Literaturübersicht eine Einschaltung.

Rovigno in Istrien, Oktober 1916.

Thilo Krumbach.

Hauptpunkte aus der Geschichte der Literatur.

I. *Teredo* erzeugt seine Löcher durch chemische Einwirkung auf das Holz. — *Deshayes*.

II. *Teredo* erzeugt seine Gänge auf mechanischem Wege.

Welches ist das Werkzeug?

1. Der kleine Fuß — *A. Hancock*.

2. Ein Teil des Mantels, der auf der Rückseite die Schale überzieht und mit Kalkkörperchen ausgestattet ist (*capuchon céphalique*) — *Quatrefages*.

3. Die Schalen — *Harting*.

Harting: Die Schale besteht entsprechend der der übrigen Lamellibranchiaten aus zwei Hälften. Beide Schalen ohne Schloß berühren sich an der inneren rückwärtigen Seite mit einem vorspringenden Zapfen.

a) Die einzelne Schalenhälfte setzt sich zusammen aus drei Teilen (Fig. 1):

1. dem nach hinten (unten) liegenden Halsteil;
2. dem halbmondförmigen Hauptteil;
3. einem löffelförmigen, auf dem vorderen Rande des Hauptteils senkrecht stehenden Stück;
4. nach dem Innern zu geht vom Berührungspunkt der Schalen jederseits ein sichelförmiger Fortsatz.

Der 2. und 3. Teil sind mit Zahnleisten besetzt. Zähne des Teils 2 sind groß vierkantig. Die Schneide liegt in der Richtung der Längsachse des Tieres. Die auf 3 liegenden Zahnleisten stehen senkrecht zu diesem. Sie sind erhabene Rippen, die auf der Außenseite mit dicht nebeneinanderstehenden Zähnen besetzt sind. Ihre Schneiden stehen senkrecht zu der Richtung der Schneiden von 2.

b) *Muskulatur*.

1. Im Mantel Ring- und Diagonalmuskulatur. Besonders setzen Muskeln am rückwärtigen Rande der Schale an (*capuchon céphalique*) und wirken, ähnlich wie das Schloß der übrigen Muscheln, schalenöffnend.

2. Der große hintere Schließmuskel dient zur Bewegung der Schalen gegeneinander, der Öffnungsbewegung entgegenarbeitend.
3. Der vordere Schließmuskel am Außenrande des löffelförmigen Schalenstückes (3) bewegt beide gegeneinander. Ein Teil dieses Muskels inseriert an den hebbaumartig ins Innere vorspringenden sichelförmigen Schalenstücken (4) und erhöht dadurch die Wirksamkeit dieser Muskeln.

c) *Bohrweise*.

1. Ausstrecken des Fußes und Festsaugen.
2. Öffnen der Schalenklappen.
3. Durch Kontraktion des Fußes wird die Schale gegen das Holz gepreßt.
4. Schließen der Schalen.

Kontrahiert sich der große hintere Schließmuskel allein, so treten die Zähne des löffelförmigen Ansatzes in Tätigkeit.

Kontrahiert sich der kleine, so macht das Mittelstück eine wendende (drehende) Bewegung und seine Zähne kommen in Tätigkeit.

Die Kontraktionen wirken also in 2 aufeinander senkrecht stehenden Ebenen, ebenso wie die Schalenflächen der Schalen senkrecht zueinander stehen. Damit in der Mitte kein Zapfen stehen bleibt, muß das Tier den Fuß weiterrücken und dabei auch eine kleine Drehung um die Achse ausführen. Doch dient die Achsendrehung nicht zum Bohren, sondern das Tier schabt das Holz ab.

Soweit Dr. Kuhlmann. In dem 16. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaften zu Braunschweig (1910) findet sich unter der Übersicht über die Vereinstätigkeit des Jahres 1908 S. 13 die folgende Bemerkung: „8. Sitzung, am 6. Februar 1908 . . . Herr Geh. Hofrat Prof. Lüdike: „Das Werkzeug des Bohrwurms, *Teredo navalis*.“ Über diesen Vortrag gibt eine Braunschweiger Tageszeitung (welche, habe ich nicht ermitteln können) unter dem vermutlichen Datum des 12. Februar 1908 den folgenden Bericht:

Herr Geheimer Hofrat Prof. Lüdike sprach über das Werkzeug des Bohrwurms (*Teredo navalis*). Der Bohrwurm (*Teredo navalis*), welcher nur im Meerwasser lebt, ist ein Zerstörungskünstler ersten Ranges, der in verhältnismäßig kurzer Zeit ganz gesunde, kräftige Holzstämmen so zernagt, daß nur ein wespennestartiges Gebilde übrig bleibt, wodurch die Stämme alle Tragfähigkeit verlieren. Er wird dadurch zum gefährlichsten Feinde aller Meeresbauten in Holz, dessen Bekämpfung äußerst schwierig ist. Die von dem Tier ausgearbeiteten Röhren sind so glattwandig, daß der Mensch sie nur mit den vollkommensten Schneidewerkzeugen in gleicher Weise herzustellen vermöchte. Die Wände sehen aus, als ob sie mit dem feinsten Glaspapier abgeschliffen worden wären. Über das Werkzeug und die Arbeitsweise des Bohrwurms geben die naturwissenschaftlichen Werke nur ganz ungenügenden Aufschluß; ja die Abbildungen sind geradezu falsch, soweit der Kopf in Frage kommt. Photographische Aufnahmen und sorgfältige Untersuchungen mit der Lupe haben nun ergeben, daß der Bohrwurm in seinem Kopfe ein vollendetes Werkzeug besitzt. Der Kopf des Bohrwurms besteht aus zwei harten kugeligen Schalen, die wie die Blätter einer zweiblättrigen halbverschlossenen Rose zusammengefügt sind. Jedes dieser Blätter besitzt zwei vollkommen ausgebildete Schneidezähne, von denen — und das ist das Interessanteste dabei — der eine für Rechts-, der andere für Linksschnitt gestellt ist. Außerdem befinden sich auf der

kugeligen Oberfläche der Schneidezähne sehr feine Riffeln, die ebenfalls für Rechts- und Linksschnitt gestellt sind und die Entstehung der glatten Wandungen der in völlig durchnäßtem Holz erbohrten Röhren erklärlich machen. Ist nun die Beschaffenheit des Werkzeuges mit Sicherheit festgestellt, so läßt sich auch ein Schluß auf die Arbeitsweise des Bohrwurmes ziehen. Die Röhren können nur durch Hin- und Herdrehung des Bohrkopfes ausgebildet werden, die nicht nur als Drehung um die Achse des Rohres, sondern als Drehung um ein Kugelgelenk erfolgen muß, denn die Röhren sind stets halbkugelig abgeschlossen. Der Kopf des Bohrwurms ist ein vortreffliches Beispiel dafür, daß die Natur bei der Bildung der Werkzeuge uns vorausgeeilt ist. Der seit Jahrhunderten von Schlossern und Mechanikern gebrauchte Krauskopf und unser neuestes, in der Metall- und Holzverarbeitung angewendetes Werkzeug, die Fräse, die der Mensch mit allem Scharfsinn erfunden hat, haben ihr Naturvorbild in dem Fräskopf des Bohrwurms.

In demselben Braunschweiger Jahresbericht von 1910 findet sich ferner unter der Übersicht des Jahres 1909 S. 19 die Bemerkung: „8. Sitzung, am 4. Februar 1909 . . . Herr Dr. phil. Kuhlmann berichtet über den Bohrwurm der südwestafrikanischen Küste.“

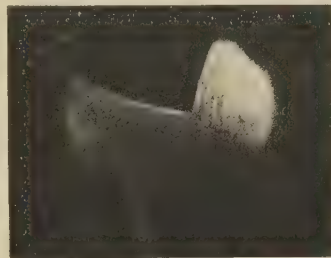


Fig. 1. Schalenhälfte von *Teredo*.

Ein gedruckter Bericht über diesen Vortrag ist uns nicht bekannt geworden. Dr. Kuhlmann hat vor diesem Vortrag Sonderabdrücke eines Aufsatzes von ihm verteilt, der sich mit dem Bohrwurm befaßte. Es war das eine populär gehaltene Arbeit, betitelt „Der Bohrwurm. Von Dr. W. Kuhlmann, Braunschweig. Mit 5 Abbildungen nach Zeichnungen und Photographien des Verfassers“, die erschienen ist im „Kosmos“ von 1909, Heft 2, S. 38–42.

Der Bohrrapparat von *Teredo navalis*.

Der Bohrrapparat von *Teredo* entspricht der Schale der übrigen Lamellibranchiaten. Er besteht dementsprechend aus zwei spiegelgleichen Hälften. Die Schale ist an den vorderen Pol des wurmförmig verlängerten Tieres gerückt und klafft nach vorn zum Durchtritt des Fußes, nach hinten zum Durchtritt des verlängerten Körpers, der vom Mantel umgeben ist. An der dorsalen und ventralen Seite stoßen die Schalen in Gelenken gegeneinander.

Der vordere obere Schalenrand der einzelnen Schalenhälfte hat sich nach außen umgeschlagen, wie es sich ähnlich bei *Pholas* findet, und bildet einen starken, dem vorderen Schalenrande senkrecht aufsitzenden Zahn. Es sitzt deshalb der vordere Schließmuskel auf der Außenseite dieses Zahnes. An diesem Zahn ebenso wie

an dem weiter ventralwärts verlaufenden vorderen Schalenrand findet sich eine scharfe Schneide. An diese Schneiden schließen sich an der Oberfläche der Schale Reibflächen an. Die Reibfläche des Zahnes trägt Leisten, die dem Schneidenrande parallel verlaufen (vgl. Fig. 3). Jede Leiste besteht aus dicht hintereinander liegenden, kurzen,

und liegen dachziegelartig übereinander, und zwar so, daß immer die Spitzen der Hakenzähnen das folgende Zähnnchen nach der ventralen Seite hin überragt.

Diese Zahnleisten ziehen sich nach der hinteren Schalen Seite wendend, über den dorsoventral verlaufenden Buckel der Schale hinweg und gehen hier in einfache Leisten über. Am hinteren Schalenrande findet sich ein großer, nach hinten stumpf zugespitzter Fortsatz, der jedenfalls dem Ohrfortsatz am Wirbel (Pecten) entspricht.

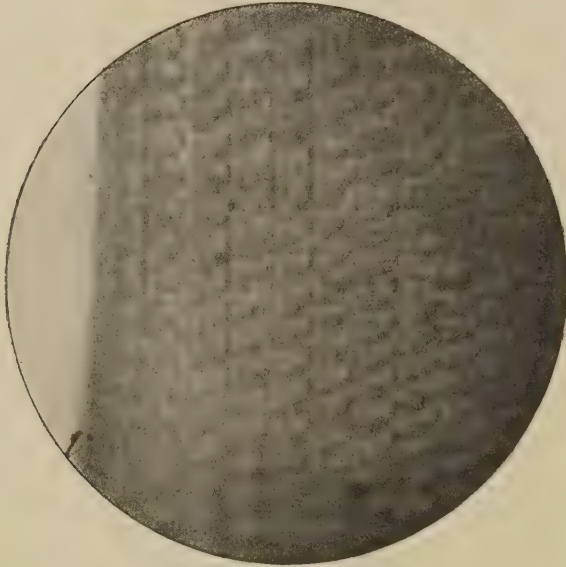


Fig. 2. Zahnreihen auf Teil (2). V. vordere Kante.

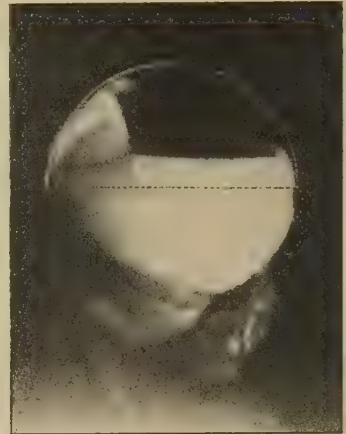


Fig. 4. Seitenansicht.

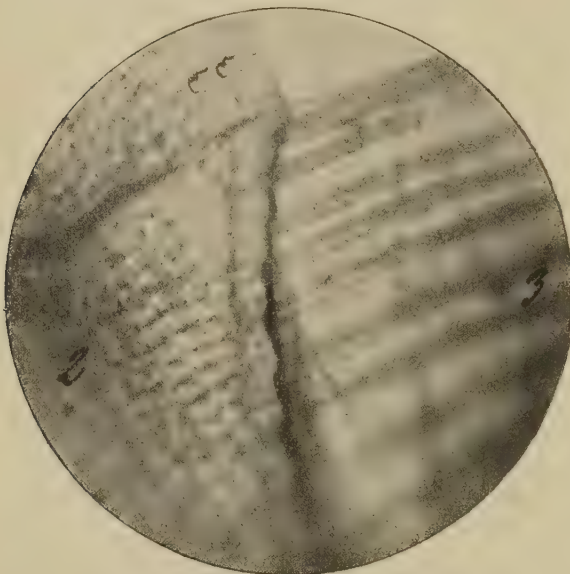


Fig. 3. Rechtwinkliger Ansatz des löffelförmigen Stückes (3) an das Hauptteil (2).

dünnen, dreiteiligen Zähnnchen, deren schwach gebogene Spitzen der dorsoventralen Medianebene des Tieres zugewandt sind. Die an den vorderen Schalenrand sich ansetzende Reibfläche besteht aus Leisten, die mit kleinen Zähnnchen besetzt sind (Fig. 2). Die Zähnnchen sind unter einem kleinen Winkel gegen die Schalenfläche geneigt



Fig. 5. Vorderansicht.

Der hintere Schließmuskel setzt auf einem am hinteren Schalenrand verlaufenden Wulst an.

Das Schloß liegt dorsal und nach innen umgebogen, wird also vom Mantel vollkommen überzogen.

Die mit einer Reibfläche besetzten Teile der Schale sind Stücke einer Kugeloberfläche (die Zähne sind sphärische Dreiecke, die Reibflächen am vorderen Schalenrande sphärische Zweiecke). Der Beweis ergibt sich aus einem Vergleich der Seitenansicht mit der Vorderansicht (Fig. 4 u. 5).

Nach dieser Darstellung der Schalen leuchtet auch die Bewegungsart derselben ein (vgl. Fig. 6).

Am dorsal gelegenen Schloß (G_1) und der ventralen Berührungsstelle der Schalen (G_2) stehen die Schalen in gelenkiger Verbindung. Es ist also durch diese beiden Punkte die Drehungsachse (D) gegeben. Die Insertionsstellen der Adduktoren liegen nun so, daß ihre Verbindungslinie senkrecht

öffnung entsprechender Zapfen stehen zu bleiben braucht.

Somit wird die stets eine Kugelhaube repräsentierende Endigung der ins Holz gebauten Röhren erklärlich. Auch Photographien, die ich vergrößert von dem bearbeiteten Holze herstellte

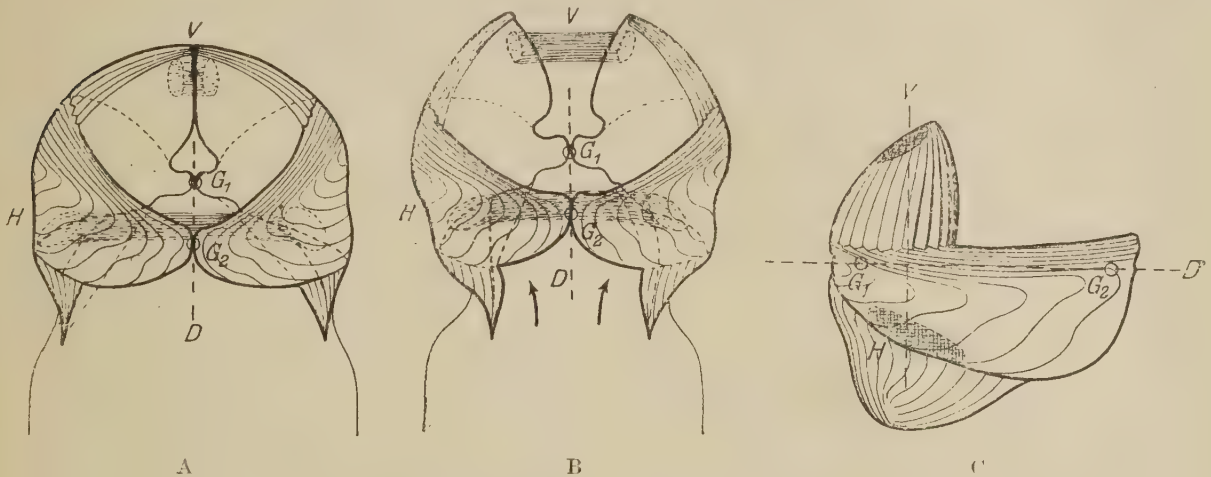


Fig. 6. Schale von *Teredo navalis*.

(D = Drehungsachse, G = Gelenke, V = vorderer Schließmuskel, H = hinterer Schließmuskel.)

- A Hinterer Schließmuskel in Kontraktion, Einpumpen des Wassers.
- B Vorderer Schließmuskel in Kontraktion, Schabetätigkeit.
- C Seitenansicht.

auf dieser Drehungsachse steht. Die Bewegung der Schalen muß also durch abwechselnde Kontraktion des vorderen und hinteren Schalenmuskels erfolgen.

Die eigentliche Bohrtätigkeit besteht nun jedenfalls aus folgenden Phasen:

1. Vortreten des Fußes aus der vorderen Schalenöffnung und Anheften desselben an die Holzwand.

2. Kontraktion des vorderen Schalenmuskels. Dadurch treten die Schneid- und Schabvorrichtungen in Tätigkeit und schaben das erweichte Holz ab. Die Erweiterung des am hinteren Schalenrande gelegenen Teils der Mantelhöhle bewirkt ein Einströmen des Wassers in die hintere Schalenöffnung.

3. Loslösen des Fußes und

4. jedenfalls gleichzeitig Kontraktion des hinteren Schalenmuskels zum Öffnen des Bohrapparats. Durch das damit verbundene Zusammendrücken der hinteren Schalenränder und der Fortsätze wird das Wasser in den vorderen Schalenraum gepreßt, spült hier die abgeschabten Stücke fort und wird durch die Mundöffnung aufgenommen.

Dann beginnt das Vorstrecken und Anheften des Fußes von neuem. Und da der Fuß seine Ansatzstelle immer um ein geringes ändern kann, so ist auch der Bohrapparat befähigt, immer weiter zu arbeiten, ohne daß ein der vorderen Schalen-

und besonders von dem halbkugeligen Abschluß der Röhren, lassen deutlich dieses Gegeneinanderarbeiten der Schalen an der Richtung und Form der im Holz erzeugten Riffel erkennen.

Die Flugleistung der Vögel und der Segelflug.

Von Gustav Lilienthal, Berlin-Lichterfelde.

Zu den in Nr. 29 und 30 (1914) der „Naturwissenschaften“ erschienenen Artikel des Herrn Professor Dr. Pütter „Die Leistungen der Vögel im Fluge“ sowie zu den Ausführungen des Herrn Professor Dr. Einstein in Nr. 34 (1916) nehme ich auf Grund meiner flugtechnischen Untersuchungen und Beobachtungen des Vogelfluges eine teilweise zustimmende und anderenteils ablehnende Stellung ein. Im großen und ganzen decken sich meine Ansichten über größtmögliche Fluggeschwindigkeit des Ruderfluges verschiedener Vögel mit denen des Herrn Prof. Dr. Pütter. Ich stütze mich hierbei auf die von mir gefundenen Meßresultate des Luftwiderstandes im freien Wind sowie auf meine Untersuchungen über die aerodynamischen Vorgänge beim Flügelschlag unter gleichzeitiger Vorwärtsbewegung. Flügelgröße, Schlaggeschwindigkeit, Größe des Ausschlags und die Größe des gehobenen Gewichtes sind bekannt. Bekannt ist die Größe des hierdurch erzeugten Luftwider-

standes und die Richtung des sich ergebenden Druckes. Unter der Annahme der jetzt allgemein als zutreffend angenommenen Werte des Luftwiderstandes für gewölbte Flächen ist es nicht möglich gewesen, den Aufflug der Vögel bei ruhiger Luft vom Stand aus rechnermäßig zu begründen. Erst die von uns Brüdern seinerzeit im „Vogelflug“ veröffentlichte Erscheinung der Schlagwirkung gab Hinweis auf eine Erklärung der schwierigsten Periode des Fluges, des Aufzugs bei Windstille. Die von mir seit dem Tode meines Bruders weiter fortgesetzten Arbeiten über die Wirkung des Flügelschlages bei gleichzeitiger Vorwärtsbewegung gaben weitere Aufschlüsse über die Größe der Luftwiderstandsvermehrung bei verschiedenen Geschwindigkeiten und gestatteten, die beim Vogelaufzug eintretenden Kräftewirkungen zu verfolgen.

In Heft 1 und 2. 1916 der „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“ habe ich an einem Beispiel des aufziehenden Storches eine Rechnung aufgestellt, in der die Schlagwirkung während der einzelnen Phasen des Aufzuges und dann des Weiterfluges verfolgt werden kann. Für den Storch ergibt sich während des Aufzuges bei Windstille eine maximale Arbeitsleistung von 10,57 mkg, wobei allerdings noch ein heftiger Überschuß von 0,262 kg und ein Vortrieb von 1,947 kg verbleibt. Verzichtet der Vogel auf einen so großen Überschuß, so wird er nur etwa 8 mkg verbrauchen. Bei vermehrter Vorwärtsgeschwindigkeit sinkt die erforderliche Arbeitsleistung auf 7,90 mkg und erreicht bei 10 m-Sek die Grenze der möglichen Geschwindigkeit. Hierbei ist zwar noch ein sehr großes Steigevermögen von 0,737 kg, der Vortrieb sinkt aber auf 80 g. Bei 10,5 m-Sek wird er gleich 0 und bei 11 m-Sek ist ein Überschuß des Rückwärtsdruckes vorhanden, ein sicheres Zeichen, daß die Grenze der möglichen Fluggeschwindigkeit bei Windstille überschritten ist. Im allgemeinen werden die Vogelflügel noch etwas günstigere Druckverhältnisse ergeben als unsere Meßflächen, und die erforderliche Arbeitsleistung etwas geringer sein. Eine größere Geschwindigkeit kann der Vogel nur durch Vergrößerung seines Flügelausschlages erreichen, dies ist aber nur durch vermehrte Arbeitsleistung möglich, findet aber auch seine Grenze im Bau des Flügels, der nicht so großen Ausschlag machen kann wie der Taubenflügel. Geängstigte Vögel, wie die von Marey photographierten Versuchstiere, machen einen weit größeren Ausschlag, als wenn sie in freier Luft fliegen.

Wie aus der angeführten Berechnung ersichtlich, findet bei der Maximalgeschwindigkeit nicht mehr genügender Vortriebsüberschuß statt. Dies ist bedingt durch die Kleinheit des Schlagwinkels und die geringe Vornüberneigung der Druckrichtung beim Niederschlag, so daß kein Überschuß über den Rückwärtsdruck des Aufschlages mehr erzielt wird. Die große Arbeitsleistung

kann der Vogel durch Einlegen von Gleitflügen von Zeit zu Zeit vermindern, indem er Höhe aufgibt, die er reichlich zur Verfügung hat. Der Storch macht hiervon auch tatsächlich Gebrauch. Auch die Einleitung des Aufzuges durch einige den Aufzug einleitende Sprünge stimmt mit den wirklichen Verhältnissen überein. Der Fall absoluter Windstille ist übrigens sehr selten. Schon ein schwacher Wind stellt die Flugverhältnisse für den Vogel weit günstiger. Unter Hinzuziehung der Druckwerte bei Wind erreicht der Storch die Grenze der Geschwindigkeit erst bei 18 m-Sek, er hat dann nur noch 13 g Überschuß des Vortriebs. Auch diese Geschwindigkeit kommt dem von Herrn Prof. Pütter aufgestellten recht nahe.

Die Arbeitsleistung, entsprechend den von mir gefundenen Druckwerten mit Flächen von vogelflügelartigen Profilen und der ungleich günstigeren Lage der Druckrichtung, sinkt beim Fluge im Wind ganz erheblich. Sie beträgt bei 6,5 m-Sek nur noch 1,1 mkg und bei 18 m-Sek sinkt sie auf 0,80 mkg. Der Storch erhält bei dieser Geschwindigkeit einen sehr großen Überschuß an Steigkraft, die ihm meistens wenig nützen wird, will er schnell vorwärts kommen. Er wird es daher vorziehen, mit regungslosen Flügeln zu segeln. Befähigt ist er schon bei ca. 11 m-Sek Geschwindigkeit hierzu. Die Segelfähigkeit ergibt sich nicht nur durch die Prandtl'schen Bestimmungen über die Größe des Auftriebs, sondern wurde schon 1889 im „Vogelflug“¹⁾ von meinem Bruder hervorgehoben, wie überhaupt durch unsere gemeinsamen Untersuchungen zuerst der geringe Kraftverbrauch der Vögel aerodynamisch bestimmt wurde, entgegen den damals herrschenden Ansichten von v. Helmholtz, Reaulaux u. a.

Nach den von Prandtl jetzt angewendeten Koeffizienten für den Auftrieb würde der Storch von 4 kg Gewicht erst bei 14,6 m-Sek einen Auftrieb gleich seinem Gewicht erhalten. Segelfähigkeit kann man dies richtigerweise nicht nennen, weil dem Vogel hierbei noch keine Kraftquelle zur Überwindung des Stirnwiderstandes zur Verfügung steht.

Die Erzeugung des Vortriebs, dieses Kraftfressenden Faktors, an dem alle unsere Flugzeuge krankten, ist das Sorgenkind, wenn es sich um die Erklärung des Segelfluges handelt.

Weder Langleys noch Lancelsters Erklärungen, in der Turbulenz der Luftströmung ihre Energiequelle suchend, geben über die Entstehung des Vorwärtzuges des segelnden Vogels Aufschluß. Sie ermitteln nur rechnermäßig einen Auftrieb, dessen Größe sehr fragwürdig ist und durch Versuche noch keineswegs festgestellt ist. Außerdem wird sich diese Kraftquelle sofort mit dem Sinus des Winkels, in dem der Vogel zur herrschenden Windrichtung fliegt, vermindern und auf Null zusammenschrumpfen, wenn er in der Windrichtung segelt, was ebenso häufig geschieht als

¹⁾ R. Oldenbourg's Verlag. München.

das Segeln gegen den Wind. Das Segeln mit dem Wind geschieht immer mit Eigengeschwindigkeit plus Windgeschwindigkeit. Die Pulsationsenergie kann daher nicht zur Geltung kommen. Die kurzen Intervalle werden durch die Trägheit der Masse völlig ausgeglichen. Außerdem steht diesen theoretischen Schlüssen die Tatsache gegenüber, daß Vögel nur dort segeln, wo ihnen Wind von möglichst geringer Turbulenz zur Verfügung steht, auf dem Land in größeren Höhen und auf dem Meer — auch in der Nähe der Wasseroberfläche.

Wo aufsteigende Strömungen vorhanden sind, werden sie vom Vogel natürlich benutzt, aber sie sind keine „conditio sine qua non“. An Berglehnen oder über stark erwärmten Landstrichen segeln die Vögel schon bei schwächerem Winde als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Segelnde Möven habe ich bei Regen und Sonnenschein beobachtet, den Fregattvogel auch nachts bei Mondschein stundenlang unser Schiff umsegeln gesehen, in sehr geringer Höhe, aber immer bei Wind.

Ohne Wind kein Segeln!

Meine Ansicht über die Entstehung des so geheimnisvollen Vorwärtzugs habe ich vor einigen Jahren in der „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“ veröffentlicht. Ich erkenne ebenso wie Herr Prof. Pütter, daß im Wind die Energiequelle für den Segelflug zu suchen ist, ohne daß ich der Turbulenz hierzu bedarf, sondern im Gegenteil einen möglichst gleichmäßigen Wind voraussetze. Auch mein Bruder schreibt schon im „Vogelflug“, daß die Eigenschaften der gewölbten Fläche noch nicht ausreichen, um den Segelflug zu erklären, „es muß noch ein anderer Faktor hinzutreten, der aus dem Vogel einen Drachen macht, der keiner Schnur bedarf“.

Dies bringt mich zu den Ausführungen des Herrn Prof. Einstein, welche den Auftrieb unter dem Vogelflügel sehr einfach zu erklären scheinen, wenn nicht die innere und Flächenreibung vorhanden wäre. Aber auch abgesehen hiervon entspricht die rein theoretische Entwicklung des Herrn Prof. Einstein nicht den tatsächlichen Verhältnissen der von ihm vergleichsweise herangezogenen Erscheinung in fließendem Wasser. Die Versuche Professor Ahlborns über die Stromlinien um die im Wasser aufgestellten ebenen und gewölbten Flächen zeigen den Vorgang anders: bei entsprechender Geschwindigkeit zum Krümmungsradius der Flächen und bei Lagerung der Krümmungssehne zur Stromrichtung ohne positiven Anstellwinkel. Es wird hinter der Vorderkante an der hohlen Seite der Fläche ein Wirbel hervorgerufen, verursacht durch die Trägheit der Masse und die Reibung an der Fläche.

Der von uns Brüdern zuerst nachgewiesene Auftrieb, welchen eine gewölbte Fläche im Luftstrom erfährt, selbst bei horizontaler Lage und bei kleinen negativen Anstellwinkeln, dürfte sich viel einfacher durch die Zentrifugalwirkung der durch das Flügelprofil zwangsläufig bogenförmig

geführten Luftmasse erklären. Wie stark auch hierbei die Wölbung der Oberfläche beteiligt ist, zeigen Versuche Professor Prandtls mit Flächen, welche unten eben und an der Oberfläche nur gekrümmt sind. Der Erklärung des Segelfluges bringen uns die Ausführungen Professor Einsteins keinen Schritt näher. Er sagt: „Wäre die Reibung nicht vorhanden, so könnte der Vogel ohne Arbeitsleistung beliebige Strecken horizontal durchfliegen.“ Der Vogel fliegt aber tatsächlich, trotz der inneren Reibung und der Flächenreibung und „last not least“ auch trotz des noch weit beträchtlicheren Stirnwiderstandes von Kopf, Rumpf und Flügelvorderkante. Der Vogel segelt ohne Flügelschlag nicht nur horizontal, sondern steigt auch zu großen Höhen an.

Man muß etwas weit ausholen, um die Lücke in der Erklärung des Professors Einstein auszufüllen. Es muß eine neue Kraftquelle gefunden werden, um den Segelflug lückenlos zu erklären. Das Vorhandensein einer Kraftquelle erblicke ich in einer Erscheinung, welche man auch in fließendem Wasser leicht erkennen kann. Wohl jeder hat schon beobachtet, daß in fließenden Wasserläufen, sei es ein reißender Strom, der Bäume entwurzelt hat, ein kleiner Wassergraben oder ein glatt auszementiertes Mühlengerinne, schwimmende Gegenstände vom Ufer nach der Mitte zu abgetrieben werden. Auch am Boden des Wassers lagernde, nicht zu schwere Körper, wie faules Holz usw., kommen an die Oberfläche und werden weiter getrieben, bis sie an langsamer fließenden Stellen wieder sinken. Im Zentrum der größten Geschwindigkeit ist der Sammelpunkt der mitgerissenen Körper, und dieses liegt dort, wo die Reibung der Flüssigkeit am geringsten ist, an der Oberfläche der tiefsten Stelle der Strömungsrinne. Diese Tatsache steht fest. Der Grund zu dieser Erscheinung liegt darin, daß die Geschwindigkeit des Wassers dem Gefälle entsprechend nur dort ungestört zur Geltung kommt, wo die Reibung nicht daran hindert. Am Boden und an den Seitenwandungen dagegen wird der Vorstrom mehr oder minder zurückgestaut. Jedes vordringende Wasserpartikelchen muß das Reibungshindernis umgehen, und da bleibt demselben kein anderer Ausweg, als nach der Mitte zu auszuweichen.

In die atmosphärischen Verhältnisse übertragen, ist der Vorgang völlig gleichlaufend. Wir haben seinerzeit durch Versuche mit horizontal schwingenden ebenen Flächen im Wind nachgewiesen, daß diese eine Abtrift nach der Richtung der größeren Geschwindigkeit erhalten, so daß sie sich trotz sehr sorgfältiger Ausbalancierung in einem Winkel nach aufwärts einstellen, welcher durchschnittlich $3\frac{1}{2}^\circ$ beträgt. Veröffentlicht wurde dies auch schon 1889 im „Vogelflug“. Viele Jahre später hat Professor Angôt durch seine Messungen dieses Auftriebs auf der obersten Plattform des Eiffelturms, also in 300 m Höhe, während eines ganzen Jahres die gleiche Winkel-

neigung festgestellt. Nur während der windstarken Monate stieg die Neigung auf 5°.

Der Rückstau des Luftstromes durch die Reibung an der Erdoberfläche muß diesen Auftrieb hervorrufen, Einwendungen, der Auftrieb könnte nur geschehen durch eine aus der Erde ausströmende Luftmenge, sind ebenso hinfällig, als wollte man die Abtrift im Wasserlauf durch das Einströmen von Wasser aus den Zementwänden begründen. Dennoch habe ich diese Einwendungen oft hören müssen.

Aufsteigende Ströme durch Temperatureinflüsse können den Auftrieb wohl verstärken, brauchen aber nicht vorhanden zu sein. Bei Regen und Sonnenschein, bei Tag und Nacht, bei jeder Wetterlage findet der Auftrieb des Windes statt. Bis zu welcher Höhe sich derselbe erstreckt, ist nicht festgestellt, möchte auch sehr schwierig sein. Der Auftrieb äußert eine Wirkung, gleichgültig nach welcher Richtung der Vogel fliegt.

An der Grenze zweier in verschiedener Höhe übereinander hinstreichender Luftströmungen kann aber auch ein Abtrieb eintreten, wenn die obere Strömung langsamer ist. Luftfahrer wählen dann in ein Luftloch geraten zu sein.

Die Auftrieb erzeugende Wirkung und die Arbeitsleistung dieser Kraftquelle auf die ausgebreiteten Flügel eines Storches ergeben sich folgendermaßen:

Die Klatferweite beträgt 2 m, die Segelfähigkeit liegt bei 11 m-Sek. In einer Sekunde passiert unter den Flügeln eine Luftsäule von $11.2 = 22$ qm Querschnitt. Diese Luftsäule drückt nach oben mit einer Geschwindigkeit von $11 \cdot \tan 3\frac{1}{2}^\circ = 0,66$ m. Danach werden $22 \cdot 0,66 = 14,52$ ³ Luft mit einem Gewicht von 1,26 kg für 1³ und mit einer Geschwindigkeit von 0,66 m-Sek nach oben drücken. Die Arbeitsleistung ist dann $14,52 \cdot 1,26 \cdot 0,66 = 12,07$ mkg. Unter Benutzung der von mir festgestellten Werte für den Normaldruck $K = 0,1$ kg und für den Koeffizienten des Auftriebs bei horizontaler Lage des Querprofils $\zeta = 0,71$ errechnet sich für die 0,52 qm messenden Storchflügel $= F$, die Geschwindigkeit $= V$, um das Storchgewicht $P = 4$ kg zu tragen:

$$V = \sqrt{\frac{P}{K \cdot \zeta \cdot F}} = 10,4 \text{ m-Sek.}$$

Die auftriebende Wirkung des Windes nach dem vorher angeführten Schema errechnet ergibt 10,2 mkg
Da der Storch noch außerdem durch Flügelschläge annähernd 1,0 mkg zu leisten hat, so beträgt der ganze Arbeitsverbrauch 11,2 mkg
Bei 11 m-Sek Geschwindigkeit liefert ihm der Wind aber 12,07 mkg
so bleibt ihm daher ein Arbeitsüberschuß von 0,87 mkg
Die abgerundeten und zugespitzten Formen des Kopfes und Rumpfes

erzeugen einen Stirnwiderstand bei einem Querschnitt von 0,01 qm $= 0,01 \cdot 11^2 \cdot 0,1 \cdot 0,5 = 0,06$ kg. Die erforderliche Arbeit, diesen Druck zu überwinden, ist $11 \cdot 0,06 = 0,66$ mkg
Da somit ein Überschuß von 0,21 mkg vorhanden ist, so besteht Segelfähigkeit.

In welcher Weise der Arbeitsüberschuß des Windes durch die eigentümliche Form des Vogelflügels in Vortrieb umgelenkt wird, möge nachstehende Betrachtung zeigen.

Die Flügel der Segler unterscheiden sich sehr wesentlich von denen der Nichtsegler. Wie ich durch vielfach vergleichende Messungen an Vögeln feststellen konnte, beträgt die Dicke der Flügel zur Flügelbreite und die Länge bis zum Handgelenk zur ganzen Flügellänge beim

	am Oberarm Dicke	am Handgelenk Dicke	Länge der Dickenteile
Fasan . . .	1/20	1/30	0,4
Brandgans .	1/17	1/15	0,35
Krähe . . .	1/13	1/20	0,35
Urubu . . .	1/9	1/17	0,5
Milan . . .	1/8	1/14	0,5
Schwan . . .	1/6,75	1/13	0,6
Steinadler .	1/5	1/13	0,66
Pelikan . . .	1/6	1/13	0,7
Fregattvogel	1/6,5	1/10	0,7
Condor . .	1/6,7	1/8,2	0,7
Albatros . .	1/5	1/8	0,75

Die kurzarmigen Vögel, Fasan, Brandgans und Krähe, sind keine Segler, der Krähe sind nur gelegentlich kurze Segelflüge, wahrscheinlich bei Gegenwart aufsteigender Strömungen, möglich. Mit der Verdickung der Armglieder und gleichzeitiger Verlängerung derselben setzt die Segelfähigkeit ein. Raub-, Sumpf- und Seevögel gehören zu dieser Klasse. Sie erreichen im Condor und Albatros das günstigste Verhältnis, diese haben es aber auch nötig, da sie von allen Vögeln die höchste Flächenbelastung für 1 qm haben. Beim Albatros beträgt sie 18 kg. Die langen Schwungfedern der Hühner- und Krähenflügel taugen nicht zum Segeln, sondern dienen dem Vortrieb der Flügelschläge. Schwer ist der Flug der Segler bei Windstille, wie wir beim Storch gesehen haben. Der Albatros meidet die Gegenden, wo selten starke Winde wehen.

Mich haben zu den Untersuchungen nach dieser Richtung erst die Wahrnehmungen der Abtrift im fließenden Wasser gebracht. Ich fand, daß breite, schwimmende Körper die Mitte der Strömung weit schneller erreichen als dünne, langgestreckte.

Erklärlich ist dies durch die größere Reibungsdifferenz zwischen der dem Ufer und der Mitte zugekehrten Seite, wodurch sogar eine drehende Bewegung hervorgerufen werden kann. Ich folgerte hieraus, daß Flächen von beträchtlicher Dicke im Verhältnis zur Breite einen stärkeren Auftrieb erhalten würden als dünne Flächen.

Um dies zu untersuchen, wurden drei gleich große Platten hergestellt, eine ebene, eine zweite stark gewölbte und eine 10 cm starke, ebenso an der Unterseite gewölbte Fläche. Auch eine runde Trommel wurde versucht, die aber auf dem Transport einige Beschädigungen erlitten hatte. Jede der Platten, an zwei langen Latten befestigt, wurde auf einem gespannten Draht gelagert und vorher durch Gegengewicht ins Gleichgewicht gebracht. Dem Winde ausgesetzt, erfuhr die ebene Platte wieder einen Auftrieb von $3\frac{1}{2}\%$, die dünne gewölbte Fläche stellte sich in einen Winkel von $6\frac{1}{2}^\circ$ und die dicke 16° aufwärts. Derartige Versuche habe ich im freien Seewind mehrfach wiederholt. Die Richtigkeit meiner Folgerung aus der Erscheinung der verstärkten Abtrieb breiter Körper im Wasser hatte sich also als richtig erwiesen. Hieran schlossen sich dann erst die Untersuchungen über die Flügelform der Segler.

Einen genauen Einblick in die Ursachen der erhöhten Aufrichtung der dicken Fläche gestatteten erst Untersuchungen über die Stromlinienführung der Luft um solche Flächen. Diese wurden mit Flächen von dem Profil eines Vogelflügels im Unterarmteil vorgenommen. Bei der Vorwärtsbewegung am Rundlauf sowie gegen den Wind gestellt, zeigt sich an angesteckten kleinen Fähnchen, daß fast unter der ganzen Fläche die Luft in einer wirbelnden Bewegung war, und zwar strömte sie von hinten nach vorn gegen den ziemlich scharf abwärts gebogenen dicken Vorderrand und kehrte dann nach unten um. Durch andere Fahnenreihen, welche rechtwinklig zu den ersteren drehen konnten, wurde erwiesen, daß der Wirbel sich seitlich nach den Enden der Flächen ausbreitet. Bei dem Modell eines vollständigen Vogels trieb die Wirbelluft teils nach dem Rumpf und teils nach der Spitze zu ab. In der Nähe der äußersten Spitze standen die Fahnen sogar geradezu quer zur Bewegungsrichtung.

Wie schon anfangs erwähnt war, ist es bekannt, daß unter stark gewölbten oder geknickten Flächen, wenn dieselben horizontal oder mit negativem Anstellwinkel einem Luftstrom ausgesetzt sind, ein Wirbel entsteht. Durch meine Untersuchungen mit vogelflügelartigen Profilen wurde gezeigt, daß sich dieser Wirbel so verbreitert, daß er schon kurz vor der Hinterkante einsetzt und sich dann seitlich ausbreitet, ähnlich wie die Hörner des Widders. Die nach der Spitze und nach dem Rumpf strömende Luft trifft in beiden Fällen gegen schräg dazu gerichtete Flügelteile und erzeugt dadurch eine hebende Drachenwirkung, deren rückwärts gerichtete Komponenten jetzt nicht mehr in der Richtung des Windes liegen, sondern in der Längsrichtung der Flügel, somit keine Hinderung der Vorwärtsbewegung sind. Im mittleren Flügelteil entsteht außerdem durch die Zentrifugalwirkung nicht nur meßbarer Auftrieb, sondern auch direkter Vortrieb. Da die Wirbelluft unter dem Flügel gegen den Federstrich weht und denselben aufräut, ist es

erklärlich, daß dies Grund zu der sogenannten Zittertheorie gegeben hat, gegen die sich schon Darwin sehr deutlich ausspricht. Über der Oberfläche zeigten die Fahnen ein glattes Herüberstreichen der Luft. Diese zuerst mit kleineren Flächen am Rundlauf und später mit 3—20 qm großen Flächen im Seewind angestellten Versuche ergaben ein Resultat, welches das Auftreten eines Vortriebes erkennen läßt, dessen Stärke bei entsprechender Windgeschwindigkeit Reibung und Stirnwiderstand überwindet bei gleichzeitigem Auftrieb von etwas über 8 kg für 1 qm bei 11,0 m-Sek Wind. Tatsächlich entspricht dies



Fig. 1. Vogelmodell, 1 m Klafferweite, wird vom Winde von 8 m-Sek nicht zurückgedrückt. Das Eigengewicht ist durch den Auftrieb bis auf 20 g aufgehoben, während das 30 g wiegende Tuch vom Winde wagerecht abgetrieben wird.

den Verhältnissen des Segelfluges eines Störches bei 11,0 m-Sek Wind, dessen Flächenbelastung für 1 qm 8 kg beträgt. Kleinere vogelartig gebaute Modelle, an einem Draht im Winde hängend, ebenso Versuchsflächen von 3 qm Größe hängen senkrecht im Winde mit gelegentlichem Vortrieb, obgleich in diesem Zustande das Eigengewicht durch den Auftrieb fast ganz aufgehoben ist. Leider mußten die hierüber angestellten Versuche der kriegerischen Verhältnisse halber unterbrochen werden.

Ich glaube somit den Weg gezeigt zu haben, welcher allein uns der Nachahmung des Segelfluges näherbringen kann. Er besteht in der Erkenntnis der Vorgänge, welche beim Segelflug wirklich stattfinden. Die Aufgabe weiterer Untersuchungen wird darin bestehen müssen, die Profilform weiter zu verfeinern. Für den Flug-

zeugbau mit Schraubenantrieb müßte festgestellt werden, ob es möglich ist, diese Antriebsart auch für vogelflügelartige Flächen zu benutzen, ohne störende Beeinflussungen der Wirbelbildung. Sollte dies möglich sein, was sehr wahrscheinlich ist, so könnte das mittelst Schraubenantrieb in die Höhe gebrachte Flugzeug bei genügend starkem Wind jedenfalls bei abgestelltem Motor statt eines abwärts gerichteten Gleitfluges einen aufwärts gerichteten Segelflug ausführen.

Besprechungen.

Hager, P. K., Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal (Kanton Graubünden). Mit zwei Karten und vier Lichtdrucktafeln, Lieferung 3 der Erhebungen über die Verbreitung der wildwachsenden Holzarten in der Schweiz. Bearbeitet und veröffentlicht im Auftrage des schweizerischen Departements des Innern unter Leitung der schweizerischen Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei in Bern und des Botanischen Museums der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Zu beziehen beim Sekretariat der schweizerischen Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei in Bern. Preis Fr. 10,—.

Die Arbeit bietet viel mehr als sich aus dem Titel, der als Anlehnung an den Serientitel gewählt wurde, ersehen läßt. Es ist eine umfassende pflanzengeographische (soweit es Gehölze betrifft) und wirtschaftliche Monographie (331 Quartseiten) des 765 km² großen Gebietes. Mit unendlicher Geduld und physischer Anstrengung hat Pater Hager alle die zum Teil recht schwierig zu begehenden Hänge und Winkel des sehr großen Gebietes begangen und durchforscht. Den Niederschlag der Studien findet man hauptsächlich in der prachtvollen Vegetationskarte, in die sich zu vertiefen eine wahre Freude ist. In schöner Farben- und Zeichensprache entwickelt sich vor unseren Augen die Vegetation in Harmonie mit der topographischen Zeichnung. Der blaigrüne Koniferenwald zieht sich den Hängen entlang; durch schwarze Zeichen sind darin die einzelnen Koniferenarten angegeben. Unterschieden sind sogar die Zwerg- und Verbißlichten in der Nähe der Baumgrenze. Auch übriggebliebene Baumstrünke und subfossile Hölzer sind angegeben und lassen die wirtschaftliche Depression der Baumgrenze deutlich erkennen. Die alte Grenze stimmt überein mit der oberen Grenze der Alpenrosenfelder. Diese subfossilen Hölzer finden sich meist in Flachmoorsümpfen, deren Potamogeton, Sparganium und Callitriche auf der Karte auch unterschieden sind. Die Schluchten füllen, leuchtend grün gemalt, die Bestände von *Alnus viridis*. Im Tale sehen wir Eichenwald, Buchenwald und Auenwälder, auch verschiedene Weidengebüsche sind unterschieden. Weiter ist ersichtlich die Verteilung der Fettwiesen und Acker, der Mähewiesen ohne Ackerbau, der Magerwiesen, der Sommerviehweide, der Galtvieh- und Schafweide.

Um das Kartenbild nicht zu überladen, liegt noch eine zweite Karte, eine Ergänzungskarte für Laubhölzer, bei, auf der wir die Verteilung der Birken, Pappeln, Eschen, Ahorne, Holunder finden und welche Auskunft gibt über das Vorkommen von Nußbäumen, Kirschbäumen, Haselnußgebüsch mit Beerenfrüchtlern, sogar über prachtvolle Bestände von *Clematis Vitalba*.

Im Text orientiert uns Pater Hager erst in weit

ausholender Weise über das Gebiet, seine geographische Lage, seine Orographie, Geologie, die wirtschaftlichen Charaktermerkmale der einzelnen Talstufen und das Klima des Bündner Oberlandes. Es folgt in Form der ausführlichen Florenliste der Holzarten eine autökologische Beschreibung von 150 Arten, die eine Masse interessanter Einzelheiten enthält.

Ein eingehendes synökologisches Kapitel macht uns mit den Pflanzengesellschaften aus den Gruppen der Nadelwälder, der Nadelholzgebüsche, der Laubwälder, der Laubholzgebüsche und des Zwerggesträuchs bekannt.

Großes Interesse bietet auch das folgende Kapitel über die wirtschaftlichen Verhältnisse. Durch einen Rückblick auf das älteste, urkundlich nachweisbare Wirtschaftsleben in diesem schönen Alpentale gelangen wir zum jetzigen Acker- und Wiesenbau. Es werden die Getreidekulturen, die Hanf-, Flachs-, Kartoffelkulturen, die Feld- und Hausgärten, die Obstkulturen, die Schneitelwirtschaft behandelt, jeweils unter Berücksichtigung der Begleitfloren. Der Weidgang und sein Einfluß auf Wald, Wiese, Ackerbau und Obstbaumzucht wird beschrieben.

Zehn wohlgelungene Photographien erläutern die geographische Lage mit ihrer Vegetation und zeigen uns eine Reihe prachtvoller Bäume.

Nach einer Zusammenfassung folgen noch die nötigen Register und Erklärungen.

Auf die Einzelheiten des reichen Bandes kann nicht eingegangen werden, die muß man an Ort und Stelle nachlesen; doch danken wir es den Herausgebern, daß das hervorragend ausgestattete Buch mit Karten zum bloßen Papierpreise erhältlich ist und dadurch allgemein zugänglich.

Eduard Rübel, Zürich.

Kerner von Marilaun, Anton, Pflanzenleben, 3. Aufl., bearbeitet von A. Hansen. 3. Bd.: Die Pflanzenarten als Floren und Genossenschaften. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1916. XII, 555 S., 63 Abbild. im Text, 9 farb., 29 schwarze Tafeln und 3 Karten. Preis M. 14,—.

Der letzte Band der Hansenschen Bearbeitung von Kerners Pflanzenleben umfaßt folgende Kapitel: 1. Die Frage nach der Entstehung der Arten. 2. Das Aussterben der Arten. 3. Die heutigen Floren der Erde. 4. Die Mitwirkung von Boden und Klima bei der Gestaltung der Flora. 5. Wanderungswege und Verbreitungsmittel der Pflanzen. 6. Folgen der Pflanzenwanderung. 7. Vereinigung der Floren zu Florengebieten. 8. Die Pflanzendecke der Erde.

Von den Kernerschen Kapiteln blieben für den dritten Band der neuen Bearbeitung nur das über Bastarde und das über Verbreitungsmittel der Pflanzen übrig. Das erstere wurde zum ersten Kapitel des vorliegenden Bandes, in dem die moderne Vererbungslehre mit verarbeitet ist. Das zweite Kapitel umfaßt die Paläontologie, das dritte eine kurze Geschichte der Floristik und einige Grundfragen der Pflanzengeographie. Das vierte Kapitel stellt die Gesichtspunkte der ökologischen Pflanzengeographie zusammen, das fünfte übernimmt ungefähr den Rest der Kernerschen Darstellung. Es folgt die Entstehung, die Einteilung und schließlich die Zusammensetzung der Floren, die nach rein geographischen Gesichtspunkten geschildert werden. Das letzte Kapitel, eine beschreibende Pflanzengeographie der einzelnen Erdteile und ihrer Florengebiete, ist bei weitem das umfangreichste und stellt eine eigene, vielfach auf Anschauung beruhende Leistung dar.

Zu beanstanden ist der Untertitel des ganzen Ban-

des, denn die Arten können nicht als Floren und Genossenschaften auftreten, sondern sie nur zusammensetzen. Ferner erscheint die Abtrennung und Stellung des dritten Kapitels vor das sechste unglücklich. Was die Darstellung selbst betrifft, so hält das Referat das erste Kapitel bis auf den in der Hauptsache von *Kerner* übernommenen Teil über das Auftreten der Pflanzenbastarde in der Natur für nicht klar genug und das sechste für zu kurz und zu wenig physiologisch vertieft, als daß es dem Anfänger viel geben könnte.

Inhaltlich sehr reich ist die Beschreibung der Pflanzendecke der Erde. Hier kann man nicht nur eine lebendige Anschauung gewinnen, die durch die zahlreichen neu hinzugekommenen Florenbilder aufs wirkksamste unterstützt wird, sondern sich auch über Einzelheiten, wie etwa über die Verbreitung der Kulturpflanzen, unterrichten. Die Ausstattung des Werkes ist mustergültig.

Ernst G. Pringsheim, Halle.

Landsberg, Bernhard, Streifzüge durch Wald und Flur.

Eine Anleitung zur Beobachtung der heimischen Natur in Monatsbildern. Fünfte Auflage, vollständig neu bearbeitet von Dr. A. Günthart und Dr. W. B. Schmidt. Mit zahlreichen Originalzeichnungen und Abbildungen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1916. X, 251 S. Preis geb. M. 5,40.

Landsbergs Streifzüge! Wie frohe Erinnerungen weckt das Buch! Wie dankbar muß ich noch heute seiner gedenken! Es war dem jungen Lehrer der tatkräftigste Helfer und Berater. Es hat ihn angeleitet, einen Teil seines Unterrichts ins Freie zu verlegen, in die Wiese hinein, den Bach entlang, an den Dorfteich und den Waldesrand, und es hat sich ihm auch durch die Universitätszeit hindurch bewährt. Das ist nun freilich schon an die zwanzig Jahre her.

Heute liegt *Landsbergs* Werk als neues Buch vor. Etwas verändert in der Form und von neuen Namen bearbeitet. Aber auch heute ist es ein erlebtes Buch. Darum ein gutes Buch. Seite für Seite mit eindringender Kenntnis des Stoffes bearbeitet und ansprechend geschrieben. Man muß den Verlag beglückwünschen, daß er in den Herren *Günthart* und *Schmidt* Männer gefunden hat, die über *Landsbergs* Erbe so souverän zu verfügen imstande waren.

Die gleiche sorgsame Durcharbeitung zeigen die neuen Abbildungen. Nicht gelungen sind nur die Monatsbilder für Januar und März, und etwas unangenehm berührt die an überwundene Kulturkampfzeiten erinnernde Symbolik der Dezembervignette: das Darwinbildnis hinter dem Weihnachtsbaum.

Landsbergs Streifzüge sind eines der wenigen Naturgeschichtsbücher, die in die Zukunft weisen, die einmal den Schulunterricht in die rechten Bahnen leiten werden. An diesem Buche wird man verstehen lernen, daß der Unterricht in der Naturkunde Sinnenunterricht in des Wortes verwegenster Bedeutung sein muß, und daß er daher als Heimatskunde, reine Heimatskunde, beginnen und enden muß. Wo andere Ziele des Unterrichts eine Erweiterung der Naturkenntnis erfordern (Konzentration im Sinne der Herbartischen Pädagogik), müssen Lese- und Bilderbücher aushelfen — Mittel, die es dem Schüler deutlich machen, daß er aus zweiter Hand empfängt, daß er hier in anderer Weise als sonst erwirbt.

Dem Unterricht in unseren Volks- und Mittelschulen diese Bahn zu brechen, ist heute schon möglich. Es brauchten sich nur einige Gruppen von Wissenschaftern und Lehrern unter Führung einer Zeitschrift zusam-

menzuschließen, um aus der wissenschaftlichen Produktion die Stoffe herauszulösen und sie in Lehrproben und Lehrgängen zu verarbeiten. Die brennenden Fragen von heute (ob Lebensgemeinschaften oder nicht, ob Biologieunterricht auch in den obersten Klassen oder nicht) werden sich dann als Sorgen minderen Grades erweisen. Der Unterricht aber wird von da ab „Augen, Ohren und alle Sinne üben“ (*Willmanns*) und wird „durch Erfahrung und stückliche Untersuchung“ (*Ratke*) bilden, — und damit die Zunge im Zaum halten lehren.

Thilo Krumbach, Rovigno.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin.

In der Sitzung vom 10. Oktober berichtete Herr Geheimrat Dr. *Ad. Schmidt* über die von ihm bearbeiteten und in den Abhandlungen des Preußischen Meteorologischen Instituts veröffentlichten Beobachtungsergebnisse des Magnetischen Observatoriums Potsdam (1900 bis 1910) und seines Hilfsobservatoriums in Seddin (1908—1910); der Vortragende beschränkte sich dabei im wesentlichen auf Besprechung verschiedener methodischer Fragen und auf programmatische Ausführungen über das, was nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung der Bearbeitung wert erscheint.

Durch Benutzung der von Prof. *Lüdeling* zusammengestellten Ergebnisse von 1890—99 verlängert sich die Potsdamer Reihe auf 21 Jahre. Die Frage, ob es zweckmäßiger sei, die Mittelwerte nach der mittleren Länge eines Sonnenfleckenzyklus oder nach Dezennien zu ordnen, wurde dahin beantwortet, daß durch Benutzung des 11-jährigen Zyklus keine einschneidende Verbesserung erzielt wird, und daß demnach die sachlich zweckmäßigste und in der Meteorologie allgemein übliche Abgrenzung nach Jahrzehnten vorzuziehen ist. Die 1900 aus unbekannter Ursache um etwa 2' falschen Jahresmittel der Inklination ließen sich durch Vergleichung mit den Ergebnissen der anderen europäischen Observatorien vollständig befriedigend verbessern, während dies für Monatsmittel schon nicht mehr möglich ist. Die Werte von Potsdam und Seddin können für alle drei Komponenten der erdmagnetischen Kraft mit einer Sicherheit von $\pm 0,5 \gamma$ aufeinander übertragen werden.

Zum tieferen Studium des Verlaufes der erdmagnetischen Elemente hat der Vortragende Normalwerte aus den von Monat zu Monat fortschreitenden Jahresmitteln gebildet. Die dadurch ermöglichte Zerlegung des Ablaufs in die Normalwerte und in deren Abweichungen von den jeweilig beobachteten Werten erwies sich als grundsätzlich wichtig, da hierdurch zwei ihrer physikalischen Natur nach ganz verschiedene Phänomene gesondert werden. Die Normalwerte stellen der Hauptsache nach den beharrlichen Teil des Erdmagnetismus dar, während die Abweichungen anscheinend in enger Beziehung zur Aktivität der Sonne stehen. Zum Studium der Säkularvariation wurden außer der zwanzigjährigen Reihe 1891—1910 die vereinzelter älteren Messungen benutzt, welche für Deklination bis 1731 (*Kirch*), für Inklination bis 1806 (*A. von Humboldt*) und für Horizontalintensität bis 1828 (*Erman*) zurückreichen. Die Werte passen sich der bisherigen Annahme eines periodischen Ablaufes

Her Erscheinungen von rund 480 Jahren ziemlich gut an. Die Darstellung der Säkularvariation durch parabolische Formeln stimmt mit der durch trigonometrische Formeln fast völlig überein.

Der jährliche Gang der magnetischen Elemente ist aus einer einfachen und einer doppelten Welle zusammengesetzt. In der letzteren ist die Vertikal-Komponente Z das Spiegelbild von X , während die ganzjährige Schwankung in allen drei Elementen gut übereinstimmt. Die Richtung des Kraftvektors ist also im Raum nahezu fest, das Azimut des Vektors stimmt mit derjenigen der magnetischen Kraft fast völlig überein, während seine Neigung etwa 13° kleiner ist als die der Achse. Nur die Intensität des Kraftvektors schwankt. Die von den Einflüssen des täglichen Ganges befreiten aperiodischen Schwankungen der Komponenten zeigen in den Monatsmitteln während der letzten Jahre einen äußerst gleichartigen, fast parallelen Verlauf; man erkennt darin die gesteigerte Genauigkeit der Inklinationmessungen mit dem Rotationsinduktor. Dies tritt auch rechnerisch hervor, wenn man den Korrelationsfaktor für die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen ableitet.

Das Ergebnis der Studien über den täglichen Gang des Erdmagnetismus wurde an einigen Vektordiagrammen erläutert. Zerlegt man die tägliche Variation in einen von der Sonnenaktivität unabhängigen und in einen von ihr abhängigen Teil, so erhält man Kurven von ganz ähnlicher Form, so daß es sich wahrscheinlich nicht um zwei selbständige Vorgänge handelt. Die Zerlegung der aperiodischen Schwankungen in zwei Glieder zeigt, daß nicht die Schwankungen der Säkularvariation von den Sonnenflecken abhängen, sondern nur die Änderungen dieser Schwankungen. Eine derartige Wirkung steht in gutem Einklang mit der Störmersehen Annahme einer äußeren, von der Sonne ausgehenden Elektronenströmung. Mit Ausblicken auf die weitere Verwertbarkeit dieser Theorie für den Erdmagnetismus wurde der Vortrag beschlossen.

R. Süring, Potsdam.

Kleine Mitteilungen.

Nach einem (allerdings etwas summarischen) Bericht der *Nature* über die Physik auf der diesjährigen Tagung der British Association in Newcastle nahm die Diskussion über die Einsteinsche Gravitationstheorie einen beträchtlichen Raum ein. Die Diskussion folgte unmittelbar auf die Eröffnungsrede des Vorsitzenden Professor Whitehead an die zu gemeinsamer Sitzung vereinigten Sektionen für Mathematik und Physik. Die Ausführungen des Vorsitzenden über das logische Gewebe der Geometrie, schreibt die *Nature*, „hatten von den gewöhnlichen Raumvorstellungen weit abgeleitet und hatten den Weg bereitet für die revolutionären Ideen, die sich mit der Raum-Zeit-Welt Einsteins und Minkowskis verknüpfen. Cunningham, der die Diskussion eröffnete, und Eddington beschäftigten sich mit Einsteins neuester Arbeit, die die Gravitation in den Bereich des Relativitätsprinzips hineinbringt. Für einen Beobachter in einem geschlossenen Aufzug ist eine nach oben gerichtete Beschleunigung des Aufzuges äquivalent einer Zunahme der Gravitationskraft, soweit es mechanische Erscheinungen drinnen in dem Aufzug angeht. In den optischen Erscheinungen würden jedoch gemäß der gewöhnlichen Theorie minuziöse Unterschiede auftreten: relativ zu dem beschleunigten Aufzug würde der Weg eines Lichtstrahles gekrümmt

erscheinen, wohingegen er für den stationären Lift geradlinig sein würde, wenn das verstärkte Gravitationsfeld keinen Unterschied ausmacht. Demgemäß ist die erste Konsequenz einer Relativitätstheorie, die die Gravitation einschließt, daß der Weg eines Lichtstrahles durch das Gravitationsfeld gekrümmt werden muß, gerade wie er anscheinend gekrümmt wird durch eine Beschleunigung des Bezugssystems. Die zu erwartende Krümmung ist außerordentlich klein: nur 1,7 Sekunden Richtungsabänderung für einen Stern, der dicht in der Nähe der Sonne gesehen wird; es war bisher nicht möglich, diese Hypothese direkt zu beweisen oder zu widerlegen. Mittlerweile hat Einstein die Theorie weiter ausgearbeitet und verallgemeinert. Es ist ihm endlich geglückt, die Gesetze der Bewegung, der Elektrodynamik und der Gravitation in eine Form zu bringen, die den Ablauf der Erscheinungen gänzlich unabhängig macht von irgendeinem besonderen Bezugssystem. Die Theorie hat schlagende Bestätigung gefunden (the result has been to yield a very striking confirmation of the theory): sie sagt eine Bewegung des Merkurperihels im Betrage von 43 Sekunden pro Jahrhundert voraus, und das ist genau der Betrag der bisher unerklärt gebliebenen Abweichung. Die neue Theorie beseitigt den wohl berühmtesten der wenigen Fälle, in denen die Gravitationsastronomie versagt hat. (The new theory removes what is probably the most celebrated of the few cases of failure of gravitational astronomy.)“

Die Diskussion wandte sich nachher experimentellen Dingen zu. P. E. Shaw berichtete über seine Versuche, die für eine Abhängigkeit der Gravitationskonstante von der Temperatur zu sprechen schienen, und R. A. Sampson betonte nachdrücklich, daß es keine astronomischen Beweise dagegen gäbe. Dann folgte ein Bericht der Kommission zur Bestimmung der Gravitation auf dem Meere.

Ein Vortrag von Rutherford über die Röntgenstrahlungsspektren der Elemente nahm besonders Bezug auf die Untersuchungen von Siegbahn und Friman, die Mosleys Arbeit auf die Elemente von hoher Atomgewichtszahl von Gold bis Uranium durch die Untersuchung der L -Spektren ausgedehnt hatten. Es scheint 92 Elemente bis zum Uranium zu geben. Die Auffindung der Atomzahl des Bleies hat es möglich gemacht, der ganzen Reihe der radioaktiven Produkte ihre Plätze in dem System anzuweisen. Rutherford beschrieb ferner die in Amerika geleistete Arbeit mit der Coolidgeöhre, die eine stetige hohe Spannung vorsieht: die erzielbare Maximalfrequenz der Strahlen folgt sehr genau der Quantenzahl $Ve = h\nu$ mit einer Genauigkeit von 1 % zwischen 20 000 und 100 000 Volt. Um die charakteristische Strahlung einer Substanz zu erzeugen, ist eine beträchtlich höhere Voltzahl erforderlich als die durch die Quantenbeziehung gegebene.

H. H. Turner legte eine Abhandlung vor über die Ersparnis an Tageslicht durch die Einführung der Sommerzeit, die die Neuerung vom wissenschaftlichen Standpunkte rechtfertigt. Der Vortrag veranlaßt J. Perry zu dem Geständnis, daß er früher ziemlich gedankenlos dem Plan widersprochen und davor gewarnt hätte. Andere Mitglieder bekannten sich auch jetzt noch als nicht bekehrt. Besonders erwähnt wird Mac Lennans Abhandlung über das Ionisationspotential, eine Fortsetzung und Erweiterung der im letzten Jahre mitgeteilten Ergebnisse; ferner die Abhandlung von Dyson über mittlere Parallaxes von Sternen von verschiedenen Größenklassen, im wesentlichen eine Bestätigung der Kapteynschen Formeln.

Zum Schluß berichtet die *Nature* über die Bildung einer Kommission für geodätische Untersuchungen, wegen des Mangels einer Organisation und der allgemeinen Vernachlässigung der höheren Geodäsie in England. Es soll eine Gesellschaft ins Leben gerufen werden, die die Aufgabe hat, besonderes Interesse dafür zu erwecken. B.

Der Bericht des Physikalischen Staatslaboratoriums in England für das Jahr 1915/1916 ist interessant im Vergleich mit dem Tätigkeitsbericht der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Er steht fast ganz im Zeichen des Krieges. Die *Nature* veröffentlicht einen Auszug daraus und schreibt: „Die Wichtigkeit des Laboratoriums wird besonders durch den Krieg augenfällig, nicht nur wegen der unmittelbaren Unterstützung, die es der Kriegführung leistet, sondern auch durch seine Mitwirkung bei der Lösung von *industriellen* Aufgaben, die wir selbstzufrieden in unserer Blindheit und unserem Mangel an nationaler Klugheit unangetastet gelassen haben — ein offenes Feld, auf dem die wissenschaftliche und technische Organisation Deutschlands wohl ihren Lohn finden konnte.“ Ein Viertel der Beamtenschaft steht im Felde. Ein beständig wechselnder Stab von provisorischen Helfern mußte herangebildet werden; auch viele Frauen gehören dazu, und ihre Mitwirkung hat sich als sehr nützlich erwiesen. Dem Bericht zufolge ist es einem Mitglied des Staatslaboratoriums, das in Antwerpen in Gefangenschaft geraten war, ein Jahr später glücklich, aus Döberitz zu entkommen.

Das Staatslaboratorium ist mit einer ganzen Anzahl von Arbeiten beschäftigt, die man in Deutschland der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt überhaupt nicht zumutet, einmal weil die *Privatindustrie* sie zu leisten gewohnt ist, dann aber, weil sie vor das Forum des Materialprüfungsamtes gehören. Der Krieg hat einen starken Anstoß zur Erzeugung des optischen Glases gegeben, das „mehr und mehr ein deutsches Monopol zu werden schien“. Die Knappheit in den ersten Kriegsmonaten muß eine Quelle höchster Beunruhigung für die mit der optischen Ausrüstung Betrauten gewesen sein; angeblich ist die Schwierigkeit auf das erfolgreichste gehoben. Die Untersuchungen an dem optischen Glase sind nun in dem Laboratorium ausgeführt worden. Auch Untersuchungen an chemischen und anderen Gläsern sind während des Jahres sowohl vom Staatslaboratorium wie auch von anderen Instituten ausgeführt worden. Bekanntlich liegt eine der Hauptschwierigkeiten bei der Fabrikation des optischen Glases in der Beschaffenheit von geeignetem hitzebeständigen Material für die Glashäfen. Die Untersuchung hat sich auf die Erzeugung ausreichend widerstandsfähiger Häfen gerichtet; ähnliche Arbeiten über hitzebeständige Materialien — auch über das Verhalten der seltenen Erden und anderer Stoffe bei hohen Temperaturen — sind von größter Wichtigkeit für eine große Anzahl von Prozessen. Für derartige Arbeiten bedarf es eines technologischen Laboratoriums im großen Stile, und ungeachtet der augenblicklichen Schwierigkeiten sollte das unmittelbare und ernste Beachtung finden. Das Laboratorium hat sich ferner besondere Anerkennung erworben für seine Untersuchungen in einigen schwierigen aeronautischen Fragen. Auch der Untersuchung spezifisch leichter Legierungen und sonstiger Konstruktionsmaterialien ist eingehende Arbeit gewidmet worden. Auf Ersuchen der Röntgengesellschaft sind Materialien geprüft worden, die den Zweck haben, die mit Röntgenstrahlen

Arbeitenden gegen deren Einwirkung zu schützen. — Von Arbeiten, die weniger unmittelbares praktisches Interesse haben, erwähnt der Bericht Untersuchungsmethoden zur Prüfung der magnetischen Eigenschaften gerader und krummer Stäbe und eine Arbeit über Magnetstahl, ferner im Wärmelaboratorium Untersuchungen der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe, sowohl hitzebeständiger Stoffe für Hochofenkonstruktion, wie auch solcher für Kälteräume. Die Wärmedurchlässigkeit durch Bedachungsmaterial ist untersucht worden: sie hängt in viel höherem Grade von der Ausstrahlungsfähigkeit der Oberfläche ab als von der Schnelligkeit der Leitung durch das Material hindurch. Der Wärmeverlust durch ein Spezialbedachungsmaterial wurde mit 20 % größer gefunden als durch galvanisiertes Eisen. Infolge der Verschiedenheit der Ausstrahlungsfähigkeit der Oberfläche wurde, als dieses Spezialmaterial mit Aluminiumfarbe angestrichen wurde, die Transmission praktisch identisch mit der von Eisenblech. Der Bericht erwähnt auch eine Untersuchung der Eigenschaften von englischem Porzellan für Pyrometerrohre. Eine andere Untersuchung bezieht sich auf die Verbesserung von Wasserstoff-Vakuumröhren zum Gebrauch bei der Untersuchung optischer Gläser. Der übrige Teil des Berichtes beschäftigt sich fast ausschließlich mit Arbeiten, die im wesentlichen als Materialprüfungsarbeiten bezeichnet werden können. Eine Maschine ist gebaut worden, um die Haltbarkeit verschiedener Materialien bei Biegung und Drillung zu untersuchen, Prüfungsmethoden, um die Härte und Widerstandsfähigkeit von Metallen und von Hölzern zu prüfen, Untersuchungen an Eisenbahnkuppelungen, die einer plötzlichen starken Beanspruchung unterworfen werden. „Die Messung der Wachstumsgeschwindigkeit von Sprüngen in dem Tower in London ist eine Angelegenheit von allgemeinem öffentlichen Interesse.“ B.

Zur Fliegenplage in Wohnungen und Lazaretten.
V. Haecker (Halle a. S.) empfiehlt in der *Zeitschrift für angewandte Entomologie* (Bd. 3, Heft 2, S. 204 bis 209) im Kampf gegen Fliegenkalamitäten ein einfaches Mittel, das vielleicht von manchem instinktiv schon angewandt worden ist, bisher in der Literatur aber noch nie autoritative Erörterung gefunden hat. Der Verfasser hat an Häusern, welche stark unter der Fliegenplage zu leiden hatten, beobachtet, daß die Fliegen — es handelte sich dabei um die *große und kleine Stubenfliege* (*Musca domestica* L. und *Homalomyia canicularis* L.), um die *Schmeißfliege* (*Calliphora erythrocephala* Meig.) und endlich um den *Wadenstecher* (*Stomoxys calcitrans* L.) — am Tage stets nur die besonnten Stellen der Hauswand bevölkerten und dort durch die geöffneten Fenster zu den Zimmern Eintritt fanden. „In dem Maße, als die Sonne dem Schatten weicht, verschiebt sich automatisch die Besetzung der äußeren Hauswand mit Fliegen, und durch die Fenster, welche nicht mehr besonnt sind, findet wohl noch ein Ausfliegen, nicht mehr aber ein Einfliegen statt. Die Ausgleichsströmungen zwischen den beschatteten und besonnten Stellen der Hauswand und zwischen den kühleren Innenräumen und der Außenwand bilden den Reiz, der die ausgesprochen helio- und rheotropischen Fliegen zum Platzwechsel veranlaßt.“ Auf Grund dieser Beobachtung ordnete V. Haecker an, daß die jeweils besonnten Fenster von stark durch Fliegen heimgesuchten Zimmern noch vor dem Zeitpunkt, wo die Sonnenstrahlen sie erreichten, geschlossen würden. Eine Lüftung der betreffenden Räume erfolgte erst dann wie,

der, wenn die Fenster im Schatten lagen. Mit dieser einfachen „Methode des reihenweisen Fensterschlusses“ sind nach den Angaben des Verfassers sowohl in seiner Privatwohnung als auch in einem Hallenser Lazarett durch aus befriedigende Ergebnisse erzielt worden. Natürlich ist für das Gelingen der Methode Grundbedingung, daß in den von den Fliegen zu befreienden Räumlichkeiten keinerlei Brutgelegenheiten für die Schmarotzer geduldet werden. Diese Forderung wird aber insofern leicht zu erfüllen sein, als V. Haecker nicht glaubt, daß die Fliegen im allgemeinen in menschlichen Wohnungen selbst überwintern oder eine Brutgelegenheit suchen. Das normale Winterquartier der hier in Betracht kommenden Fliegen dürften vielmehr die Tierställe sein, ebenso wie der Mist der großen Hauszuger die bevorzugte Brutgelegenheit für sie abgibt.

H. W. F.

Über Bau und Lebensweise der Larven unseres gemeinen Leuchtkäfers (*Lampyrus noctiluca*) hat R. Vogel vor einigen Jahren in Tübingen Untersuchungen angestellt. Wir entnehmen der erst vor kurzem erschienenen Arbeit (s. *Zeit. Wiss. Zool.* Bd. 112, 1915, S. 291—432) des Verfassers, der seit 22 Monaten im Felde steht, die Angaben über die Art, wie die Larve sich ernährt. Schon der Engländer Newport (1858) und viel später der bekannte südfranzösische Entomologe Fabre hatten beobachtet, daß die Larve von Schnecken lebt, die sie zunächst durch giftige Bisse lähmt, aber manche Einzelheiten waren beiden Forschern noch entgangen. Es hat sich nun herausgestellt, daß das Gift nicht etwa das Produkt eigener Drüsen, sondern geradezu der Saft des Mitteldarmes ist, der mit Hilfe der mächtigen Spiralmuskelfasern des sog. Muskelmagens durch Speiseröhre und Schlund in den Mund und von hier aus in einen Kanal gepreßt wird, der jeden der beiden Oberkiefer durchzieht und dicht vor deren Spitze ins Freie mündet. So gelingt es der Larve, ihre Beute erst zu lähmen, dann zu töten, selbst wenn diese über 20 mal so schwer ist wie sie selbst; allerdings sind dazu oft zahlreiche Bisse mit den Oberkiefern nötig. Später zerkleinert die Larve das Schneckenfleisch mit den Kiefern und sondert zugleich noch mehr Darmsaft ab; dieser verwandelt es in einen dicken Brei, der nun allmählich vom Schlunde aufgesaugt wird. Der ganze Vorgang nimmt 2—3 Tage in Anspruch und hat zur Folge, daß die Larve ihr Gewicht mehr als verdoppelt, aber sich dann zur richtigen Verdauung auf mehrere Tage verkriecht; zuvor jedoch reinigt sie ihren ganzen Körper, namentlich den Kopf, gründlich vom Schneckenschleim. Übrigens ist diese Art der Verdauung — oder wenigstens der ersten Schritte dazu — außerhalb des Darmes neuerdings auch bei anderen Tieren erkannt worden und kommt wahrscheinlich häufiger vor, als man bisher glaubt.

M.

In der zoologischen Station zu Kristineberg bei Göttenburg hat E. Schultz aus Charkow 1914 Untersuchungen an einer Foraminifere (*Astrorhiza limicola*) angestellt und berichtet darüber im *Archiv für Entwicklungsgeschichte* (Bd. 41, 1915, S. 215—236). Einige seiner Ergebnisse mögen auch weitere Kreise berühren und seien darum hier kurz mitgeteilt. Die *Astrorhiza* steckt zwar gewöhnlich in einer ganz kunstlosen Schale aus Sand und Schlamm, verläßt diese aber unter widrigen Umständen und liegt dann als ein wenigstens 5 mm im Durchmesser großer Klumpen nackten tierischen Protoplasmas frei da, der sich zu allerlei Beobach-

tungen und Versuchen gut eignet. Die neue Schale, die sich die *Astrorhiza* baut, unterscheidet sich oft in der Form sehr von der früheren. Das Protoplasma ist auch bei starker Vergrößerung durchaus gleichmäßig; außen bildet es eine Haut, die zäh und klebrig ist und sich etwa wie Honig anfühlt. Mit einer Nadel oder Pinzette, an die es sich anklebt, kann man das Plasma in lange Fäden ausziehen, die aber nicht schon vorher in ihm als solche bestehen, sondern sich erst bilden und nicht kontraktile sind. In der Regel streckt die *Astrorhiza* verzweigte Scheinfüßchen, 5—6 mal so lang wie sie selber, frei ins Wasser aus, die sich mit ihren Enden an Gegenständen anheften und, indem sie sich verkürzen, den Körper des Tieres nach sich ziehen können. Auf ihnen kriechen feine Plasmatröpfchen hin und her und befördern so die Sandkörnerchen oder die Nahrung ins Innere. Andererseits läßt sich eine nackte *Astrorhiza*, die ringum Scheinfüßchen ausgestreckt hat, durch Reize zur plötzlichen Zusammenziehung bringen; hierbei trennt sich zuweilen der innere Teil des Tieres, der den Zellkern enthält, vom Kranze der Scheinfüßchen ab. Diese bleiben zurück und bilden sich, da in ihnen die Strömung des Plasmas weitergeht, zu einem Netz um, das trotz dem Fehlen des Kernes 1—2 Tage leben und sogar Infusorien fangen und verdauen kann, ähnlich wie das bereits an kernlosen Stücken anderer Protozoen von mehreren Forschern beobachtet worden ist.

M.

Seit 1912 beschäftigt sich der bekannte Physiologe A. J. Carlson in Chicago mit dem Studium des Magensaftes, den ein Mann von etwa 30 Jahren aus einer Magenfistel absondert. Er ist dadurch zu manchen interessanten Schlüssen gelangt, von denen einige deswegen hier mitgeteilt werden sollen, weil man sie mit der nötigen Vorsicht wohl auf Menschen mit durchaus gesundem Speiserohr übertragen darf. Der Mann mit der Fistel (ein Tscheche, F. Vlcek) hatte sich 1891 als Kind durch einen Schluck Kalilauge eine Verengerung der Speiseröhre zugezogen; diese wurde 6 Jahre später ganz unwegsam, so daß ihm in Prag ein künstlicher Magenmund gemacht wurde. Abgesehen hiervon ist er ganz gesund und wiegt nahezu 70 kg. Er kaut alle Nahrung wie gewöhnlich, bringt dann den Brei in eine Spritze und schafft ihn so durch die Fistel in den Magen. Natürlich ist bei leerem Magen der Saft ganz frei von Speichel, eignet sich daher vorzüglich zur Untersuchung seiner verdauenden und sonstigen Eigenschaften. Das Frühstück (Kaffee, Milch und Zwieback) ist in spätestens 3½ Stunden aus dem Magen verschwunden, dann wird dieser noch besonders mit lauem Wasser ausgespült, und erst eine Stunde später beginnen die Beobachtungen, zu denen der Saft durch einen Kautschukschlauch nach außen gelangt. Es stellte sich nun heraus, daß der leere Magen immer etwas Magensaft enthält: 8—40, im Durchschnitt 20 ccm, morgens mehr als sonst. Die Drüsen, die ihn liefern, sind also nie untätig, wie das Pawlow bei Hunden gesehen hat, sondern erzeugen in der Stunde 2—50 ccm; je weniger von ihnen geliefert wird, um so schleimiger und ärmer an freier Salzsäure ist er. Gibt man nun Vlcek einen indifferenten Stoff, z. B. Paraffin, zu kauen oder reizt die Nervenenden im Munde durch Chinin, Essig oder Senf, so bleibt das ohne Einfluß auf die Menge des Magensaftes. Nicht viel mehr Erfolg haben die psychischen Reize des Sehens und Riechens der Nahrung oder des bloßen Denkens an sie, selbst wenn Vlcek sehr hungrig ist; er scheint daher nach dieser Richtung hin

wenig beanlagt zu sein. Hingegen nimmt die Menge des Saftes stark zu, sobald das Mittagessen (meist Suppe, Fleisch mit Brühe, Milch, Nachspeise) verzehrt wird: in mehr als 150 Experimenten dieser Art wurden in 20 Minuten 30 bis über 150, im Durchschnitt 70 ccm Saft produziert, also in der Minute etwa $3\frac{1}{2}$ ccm, und um so mehr, je besser die Speisen munden. Sehr reichlich wird der Saft nach dem Kauen des Fleisches abgesondert, nur wenig nach Butterbrot oder Milch, dagegen besonders viel bei der Nachspeise, namentlich wenn sie aus Orangen besteht, die *Vlecek* sehr liebt. Gleich nach dem Kauen nimmt die Sekretion wieder rasch ab und sinkt so in 15–20 Minuten auf die gewöhnliche des leeren Magens. — Aus diesen Ergebnissen und den Versuchen früherer Forscher mit Hund und Mensch kommt *Carlson* zu dem Resultate, daß ein normaler Erwachsener nach einer gewöhnlichen Mahlzeit (Brot, Fleisch, Gemüse, Nachspeise, dazu Kaffee oder Milch) in der ersten Stunde rund 200 ccm Magensaft erzeugt, in der zweiten nur noch 150, in der dritten bis fünften zusammen 350, im ganzen also 700 ccm. Frühstück und Abendbrot liefern in ähnlicher Weise zusammen ebenfalls 7–800. Die $1\frac{1}{2}$ l, die so in einem ganzen Tage entstehen, verdauen etwa $1\frac{1}{2}$ kg geronnenen Eiweißes schon in 3 Stunden, wenn es ganz fein verteilt ist, erst in 6–8 Stunden, wenn es nur so grob zerkleinert vorliegt, wie die Speisen beim ordentlichen Kauen werden. Jedenfalls ist sehr viel mehr wirksamer Stoff — Pepsin — im Magensaft vorhanden, als zur Bewältigung selbst der reichlichsten Mahle nötig wird. Allerdings darf bei dieser ganzen Rechnung nicht aus den Augen gelassen werden, daß *Carlson* seine Verdauungsversuche natürlich im Reagensglase machte, wo sie sich wahrscheinlich etwas anders abspielen als im Magen. An freier Salzsäure enthält der Saft im leeren Magen nur etwa 2 ‰, hingegen der „Appetitsaft“ über 5 ‰. (Weiteres s. im *Amer. Journ. Physiol.* Vol. 37, 1915, p. 50–73; Vol. 38, p. 248–268.) M.

Polydaktylie auf Sardinien. Dr. *Erich Ebsteins* Berichte über Polydaktylie (v. a. e. „Die Naturwissenschaften“ IV, 1916, Heft 40) veranlassen mich, einige Beobachtungen hierüber mitzuteilen, die ich während längeren Aufenthaltes auf Sardinien (1906–1914) machen konnte.

In Cagliari, im Süden der Insel, wurde mir ein Geschwisterpaar vorgestellt, von dem der Knabe wie das Mädchen zwölf Zehen und zwölf Finger besaß; die sechste Zehe und der sechste Finger waren zwar etwas schwach, doch konnten die Finger ganz gut bewegt werden, sie waren sonst gut ausgebildet und mit Nagel versehen. Auf Befragen wurde mir angegeben, daß auch der Vater an allen Extremitäten hexadaktyl sei.

Im Nordosten der Insel, in Tempio Pausania, sah ich eine Frau, die zwölf Zehen besaß; ihre Hände waren normal.

Daß diese Erscheinung seit alters her auf Sardinien bekannt sein muß, scheint mir einer der Skarabäen (geschnittene Steine in Form des heiligen Mistkäfers, wohl für Siegelringe, oft mit ägyptisch-phönizischen Zeichen) zu beweisen; er wurde bei Cagliari gefunden und zeigt ein Ohr, einen Fuß mit sechs Zehen und eine Hand mit fünf Fingern. Eine Abbildung davon findet sich in der Abhandlung von Dr. *R. P. Elena*, *Scavi nella Necropoli occidentale di Cagliari*, Cagliari 1868; der Stein dürfte sich im Museum zu Cagliari befinden.

Hexadaktyle Eidechsen — *Chalcides ocellatus* Forsk.

— habe ich mehrfach — so bei Asuni und Oristano — gefunden; bei Asuni fand ich auch ein Exemplar, das nur an den Hinterextremitäten sechs Zehen hatte.

Nach den Mitteilungen von † Prof. *O. Boettger* befindet sich auch in den Sammlungen des Senckenbergischen Museums ein Exemplar des dem obigen verwandten *Chalcides Bedriagae* (Boscá) aus Spanien, das an beiden Extremitäten sechs Finger und sechs Zehen aufweist.

Eine sehr merkwürdige Hunderrasse lernte ich in dem einsamen Asuni kennen, worüber ich im *Archiv für Naturgeschichte* („Einige Notizen über sardinische Säugetiere“) 1914 berichtet habe: „In Asuni — einem winzigen Dorfe in Zentralsardinien, fern von allem Verkehr, ohne Post, Telegraph usw., aus dem zahlreiche Leute noch nicht einmal bis nach Cagliari gekommen — waren zwei Hundestämme zu bemerken, eine kurzhaarige Sorte und eine langhaarige, letztere ausgezeichnet durch sechs Zehen. Diese sechszehigen Hunde überragten an psychischen wie körperlichen Fähigkeiten die anderen in hohem Grade. Sie wurden von den Asunesen besonders geschätzt. Als Gefährten in meiner Einsamkeit sind sie mir unvergeßlich, besonders einer. Eine ähnliche Rasse (sie erinnerten an Hühnerhunde) habe ich nirgends wieder gesehen; wie mir — nach vier Jahren — aus Asuni berichtet wird, ist kein Exemplar dieser Art mehr am Leben; sono estinti, sie sind ausgestorben.“ Wir besaßen zwei Brüder und deren Mutter, alle drei waren hexadaktyl, und zwar handelte es sich nicht um hochsitzende Afterklauen; eine mir bisher unbekannte Erscheinung. Diese fünfte und sechste Zehe neben den übrigen waren freilich nur schwach, der Nagel war gut entwickelt. Die Mutter brachte — zwei Würfe von ihr sind mir nur bekannt geworden — jedesmal nur ein (männliches) Junges zur Welt.

Zu erwähnen wären hier auch die Umbildungen an den Extremitäten der Schweine; hier handelt es sich um Reduktionen. Über dieses einhufige Schwein, das sardische Schwein „mit dem Eselfuße“, hat Prof. *H. Simroth* in den Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft („Bemerkungen über die Tierwelt Sardinien“) 1906 berichtet. Mir selber ist indes keins zu Gesicht gekommen.

Es dürfte nicht schwer sein, nach dem Kriege über dieses Thema auf Sardinien eine Rundfrage zu veranstalten. A. Krausse, Eberswalde.

Der Einfluß des Tannins und Fichtenharzes auf den Stickstoffhaushalt des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften wird von Prof. Dr. *A. Koch* und Dr. *A. Oelsner* (in einer Arbeit aus dem landw. bakt. Institut der Universität Göttingen) auf Grund besonderer Untersuchungen näher besprochen (siehe *Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten* Abtlg. II, 1916, Bd. 45, S. 107–118). Bei vergleichenden Untersuchungen über Laub- und Nadelwaldböden war schon früher gefunden worden (siehe *Centralbl. f. Bakt.* Abtlg. II, Bd. 41, S. 545), daß nitrathaltige Böden nach Zusatz von Tannin oder Kolophonium ein auffälliges Verschwinden des Nitrats zeigen. Ferner wurde beobachtet, wie in Böden mit Zusatz von Ammoniumsulfat als N-Dünger und Kolophonium bzw. Tannin die Salpeterbildung aus schwefelsaurem Ammoniak verschieden stark verzögert wird. Harze und Tannin sind in vielen Böden weitverbreitete pflanzliche Stoffwechselerzeugnisse und müssen daher gleich anderen Stoffen unsere volle Beachtung finden, wenn wir die verwickelten Umsetzungen in bebauten

und unbebauten Böden näher aufklären wollen. Die Tatsache, daß bei Gegenwart von Kolophonium oder Tannin ein mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngter Boden weniger Salpeter enthält als ein unbehandelter Boden (ein Boden ohne die genannten Stoffe), kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Es können zunächst Harz und Tannin auf die Salpeterbildner schädlich einwirken oder es könnte zwar in reichlicher Menge Salpeter entstehen, die erwähnten Stoffe begünstigen jedoch dessen Umwandlung in Bakterienkörperstoffe oder aber sie begünstigen die Umwandlung von Salpeter unter Entbindung von freiem Stickstoff. Die erstere Erklärung schien zunächst am einleuchtendsten zu sein, zumal von alters her Harze und Tannin sich eines hohen Ansehens als Giftstoffe (sog. Antiseptika) erfreuen. Das beweist ihre Verwendung in der Gerberei, die Benutzung von Harz bei der Haltbarmachung des Weines in Griechenland und zur Niederhaltung der Bakterien in der Brennerei. Auch kann die Zellulosezersetzung durch Bakterien in den verschiedensten Böden durch Harz oder Tannin wesentlich gehemmt werden. Weitere Untersuchungen schienen jedoch zur näheren Erklärung des Wesens der Wirkung dieser Stoffe sehr erwünscht. Aus den weiteren Versuchen geht nun hervor, daß das Tannin durch niedere Pilze im Boden kräftig umgesetzt wird. Im übrigen wird es in den Pflanzen selbst vielfach gebildet, soll aber, soviel man bisher weiß, einen in den betreffenden Pflanzen nicht weiter umgewandelten Stoff vorstellen. Das Tannin wird kräftiger im Boden umgesetzt, sobald es mit den abfallenden oder absterbenden Pflanzenteilen in den Boden gelangt. Dabei treten natürlich bemerkenswerte vorübergehende Festlegungen von Ammoniak- und Salpeterstickstoff durch Tannin verzehrende Pilze auf und so leidet die Stickstoff-Ernährung und die Entwicklung der in solchen Böden wurzelnden Pflanzen Not. Gleichzeitig wurden einige weitere Beobachtungen gemacht, nach denen eine Beeinflussung der physikalischen Eigenschaft des Bodens durch das Tannin erfolgt.

Die Böden werden durch Zusatz zunächst dunkel gefärbt, weil sich durch Berührung des Tannins mit dem Boden ein löslicher braunschwarzer Körper bildet. Der mit dem Tannin selbst sich verbindende Bodenbestandteil ist nicht wasserlöslich, denn wäßrige, auch in der Hitze bereitete Bodenauszüge färbten sich mit Tannin nicht braunschwarz. Verschiedene Böden geben aber mit Tannin diese Färbung in verschiedener Tiefe und in verschiedenen Abtönungen. Zuweilen spielt der Farbton etwas ins Grünliche. Die Färbung selbst beruht, wie schon die Farbe des Bodens zeigt, nicht auf dessen Eisengehalte. Tannin erhöht alsdann die Fähigkeit des Bodens, Wasser festzuhalten. Ferner macht es den Boden hart. Wenn Tannin in größeren Mengen dem Boden zugesetzt wird, so wird er sogar steinhart, unter gleichzeitigem Freiwerden von Wärme. Dies deutet vielleicht auf eine weitgehende Fällung der Bodenkolloide hin. Gleichzeitig treten nach den bisherigen Versuchen auch noch Kristalle auf den Bodenteilen auf. Diese Wirkung auf den Boden läßt vermuten, daß die bekannte stopfende Wirkung tanninhaltiger Nahrungsmittel auf den Darm ganz oder teilweise nicht nervöser Natur ist, sondern auf einem Hartwerden des Darminhaltes unter dem Einflusse des Tannins beruht, und zwar in ähnlicher Weise, wie dies

beim Boden eintritt. Das mit Pflanzenüberbleibseln in den Boden gelangende Tannin kann die physikalischen Eigenschaften des Bodens gleichfalls beeinflussen. Die Schwarzfärbung würde an und für sich entschieden sehr günstig für das Pflanzenwachstum sein, weil sie die Erwärmung eines Bodens erleichtert, das Hartwerden des Bodens durch Tannin ist hingegen für die Pflanzen immer *sehr* schädlich, wenn nicht für eine rechtzeitige Lüftung des Bodens durch wiederholtes Hacken gesorgt wird.

B. H.

Die Bedeutung einer Impfung beim Anbau von Hülsenfrüchten und Kleearten. Welche Bedeutung die Impfung einzelner Schmetterlingsblütler als wichtige N-Sammler, besonders in Bayern gewonnen hat, zeigt uns von neuem die folgende Übersicht über die von der kgl. bayr. agrikulturbotanischen Anstalt in München in den letzten 3 Jahren (an bayrische Landwirte und Forstwirte) abgegebene Stückzahl von Impfstoffen:

	1913	1914	1915
Rotklee	4421	2792	1938
Krallenklee (Serradella) . . .	785	1756	478
Lupinen (Wolfsbohnen) . . .	774	691	227
Saatwicke	671	527	483
Luzerne	597	382	87
Gelbklee	229	400	310
Erbsen	341	280	269
Verschiedene andere Arten . .	1751	835	647
Zusammen	9569	7663	4439

Die Zusammenstellung stammt von Oberregierungsrat Prof. Dr. Hiltner und ist in den *Praktischen Blättern für Pflanzenbau und Pflanzenschutz* 1916, Heft 2, besprochen. Der große Wert solcher Impfungen in Gestalt von „künstlichen“ Impfstoffen oder auch in Gestalt von „Naturimpferden“ ist allgemein bekannt. Es soll nur hervorgehoben werden, daß beim Anbau der genannten Früchte nicht nur überaus hohe Mehrernten, zumal beim erstmaligen Anbau selten angebaute Leguminosen, erzielt werden, sondern auch ein oftmals weit höherer Gehalt der Früchte, des Krautes und der Wurzeln an Stickstoff. Leider ist während des Krieges die Anwendung der Impfung sehr zurückgegangen. Zum großen Teile ist das freilich u. a. darauf zurückzuführen, daß das Saatgut mancher Hülsenfruchtarten und Kleearten, wenn solches überhaupt zu erhalten war, zur Zeit sehr teuer ist. Namentlich ist das beim Krallenklee der Fall (der auch als Futter- und Weidepflanze, besonders auch als Bienenweide, sehr wichtig ist, ganz abgesehen von seinem bedeutenden Werte als Gründüngerpflanze). Noch im Frühjahr 1914 wurde diese wertvolle Zuchtpflanze in stärkerem Maße, als je zuvor, in Bayern angebaut. Bei der noch immer herrschenden Stickstoffnot sollten auch heuer trotz hoher Samenpreise möglichst viel stickstoffsammelnde Pflanzen angebaut werden. Vor allem aber sollten geeignete Impfungen mit erprobten Impfstoffen zur Erhöhung der Erträge, zum mindesten aber zur besseren Sicherung des Gedeihens der einzelnen Leguminosen immer genügend gewürdigt werden. (Vgl. hierzu u. a. auch die näheren Mitteilungen von uns im *Jahresberichte für angewandte Botanik* Bd. 10, 1912, S. 111—114.)

B. H.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U. S. Department of Agriculture
LIBRARY
RECEIVED
OCT 1 1919

Heft 48.

1. Dezember 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Ueber neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte. Von *Prof. Dr. O. Abel, Wien*. S. 725.

Die Entwicklung der Wolfsbohnen (Lupinen) auf leichten und schweren Böden. Von *Dr. B. Heinze, Halle a. d. Saale*. S. 731.

Besprechungen:

Riedler, A., Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft. Von *A. Berliner*. S. 734.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Aegypten. S. 736.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg: Ueber den Einfluß funktioneller Verhältnisse auf organische Lähmungen. S. 737.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. S. 737.

Zeitschriftenschau, (Selbstanzeigen):

Annalen der Physik, 1916, H. 16, 17, 18, 19 u. 20. S. 738.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 17 u. 19. S. 740.
Geographische Zeitschrift, 1916, H. 8. S. 740.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschienen:

Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft

von

A. Riedler

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

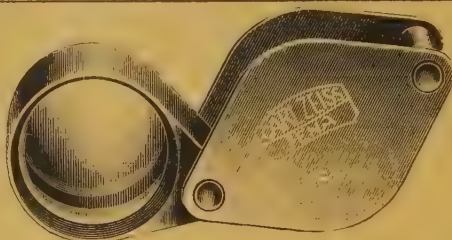
Preis M. 5.—; in Leinwand gebunden M. 6.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

ZEISS-Lupen

für

Naturwissenschaftler und Naturfreunde



Einschlag - Lupe
bequeme Taschenlupe

für

botanische-zoologische-mineralogische-chemische Beobachtungen

BERLIN
HAMBURG

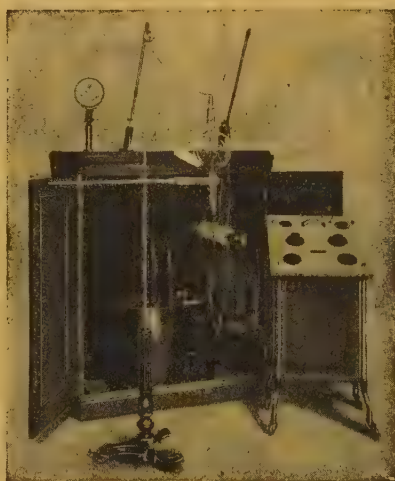


WIEN
Buenos Aires

Druckschr. „Optol 49“ kostenfrei

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Coolidge-Röhre für Diagnostik

Coolidge - Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte und Intensität
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürhungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

1. Dezember 1916.

Heft 48.

Über neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte.

Von Prof. Dr. O. Abel, Wien.

o. ö. Professor der Paläontologie und Vorstand des Paläobiologischen Lehrapparates der k. k. Universität.

Die Bemühungen, einen Weg zur Lösung des Problems zu finden, das in der *Länge der geologischen Zeiträume* besteht, sind so alt als die Erkenntnis, daß die Zeitangabe des mosaïschen Schöpfungsberichtes der Wirklichkeit nicht entspricht. Nun haben uns zwar die zahlreichen Versuche einer Lösung dieser Frage die sichere Überzeugung verschafft, daß die Vergangenheit der Erde und ihres Lebens Zeiträume umfaßt, die eine nach menschlichen Begriffen ungeheure Länge darstellen, aber es ist bisher nicht gelungen, auch nur in einem einzigen Falle ein gesichertes Ergebnis zu erzielen. Die Ziffern, zu denen die verschiedenen Forscher gelangt sind, schwanken in außerordentlich weiten Grenzen; die größte Übereinstimmung besteht noch in der Antwort auf die Frage nach dem seit der *letzten* Vereisung Europas verflossenen Zeitraum, aber schon bei den Berechnungsergebnissen der Dauer der *ganzen* Eiszeit oder des Plistozäns gehen die Ansichten weit auseinander. Wir können zwar aus diesen Schätzungen ein Mittelmaß ziehen, wenn wir nicht dem einen oder anderen Extrem aus bestimmten Gründen zuweichen, die mehr oder weniger Sache der persönlichen Anschauung sind; eine genaue Berechnung der Dauer der Eiszeit fehlt jedoch noch immer und diese Unsicherheit wird um so größer, je weiter wir in die Vergangenheit der Erde zurückgehen. Schwanken also die Schätzungsergebnisse schon bezüglich der Zeitdauer der Eiszeit und der känozoischen Epoche, welche das *Tertiär* (1. Paläozän, 2. Eozän, 3. Oligozän, 4. Miozän, 5. Pliozän) und das *Quartär* (= Plistozän = Eiszeit, Holozän = Gegenwart) umfaßt, zwischen 3 Millionen und 6 Millionen Jahren, so werden die Gegensätze noch weit größer, wenn es sich um ziffernmäßige Abschätzungen der mesozoischen und der paläozoischen Epoche handelt.

Vor allen Dingen muß man sich darüber klar zu werden versuchen, ob die Zeitmessungsversuche der geologischen Vergangenheit auf eine in Jahreszahlen auszudrückende *absolute* Zeitberechnung oder nur auf eine *relative* Zeitdauerbestimmung der einzelnen erdgeschichtlichen Abschnitte abzielen. Leisten wir einstweilen auch darauf Verzicht, die verflossenen geologischen Zeiträume in *Jahren* auszudrücken, so ist ja damit noch nicht der Verzicht auf eine Berechnung der *relativen* Zeitlänge der einzelnen erdgeschichtlichen Ab-

schnitte untereinander gegeben. Von diesen Erwägungen ausgehend, hat man schon seit langem versucht, im Begriff der „*geologischen Zone*“ ein solches Zeitmaß aufzustellen, nach dem die Länge der einzelnen Formationen zu messen ist, die dann durch eine größere oder kleinere Zahl solcher „*Zonen*“ auszudrücken wäre. Unter keinen Umständen darf mit dem Begriff der „*Formation*“ als einer *Zeiteinheit* operiert werden, da die geologischen *Formationen* von sehr ungleicher Zeitdauer gewesen sind und daher, in „*Zonen*“ umgerechnet, eine sehr verschiedene Zahl solcher Zonen umfassen würden.

Wenn also die „*Zone*“ als geologisches *Zeitmaß* verwendet werden soll, um die relative Länge der einzelnen Formationen auszudrücken, so daß z. B. die Tertiärformation eine bestimmte Zahl solcher Zonen umfassen würde, die Steinkohlenformation aber z. B. ein Vielfaches derselben, so muß vor allen anderen Dingen klargestellt werden, was den *Begriffsinhalt einer geologischen Zone* darstellt. Wie in so vielen analogen Fällen, gehen jedoch die Ansichten der Forscher, die mit dem Begriff der geologischen Zone operieren, noch immer weit auseinander. Wenn jedoch die daraus entspringende Verwirrung nicht ins Grenzenlose gesteigert werden soll, so muß vorerst einmal reiner Tisch geschaffen und die Frage aufgeworfen werden, ob die Aufstellung des Begriffes einer geologischen Zone als eines *Zeitmaßes* überhaupt eine Berechtigung besitzt und in welcher Weise derselbe zu definieren ist, um zu vermeiden, daß diese unbekannte Größe zwar in jeder Rechnung einen anderen Wert besitzt, aber immer als gleiche Größe in Rechnung gestellt wird.

Albert Oppel führte in seinem Werke „Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands“ (Stuttgart, 1856—1858) den Begriff der geologischen Zone in die Wissenschaft ein. Er verstand darunter einen geologischen Zeitabschnitt, der durch eine einzige Fossilform, ein „*Leitfossil*“ gekennzeichnet sei, das eine größere geographische Verbreitung besaß, so daß die durch dieses Leitfossil erkennbare „*Zone*“ über weite Räume verfolgt werden könne. Diese Zonenfeststellung läßt sich, wie die Untersuchungen Friedrich August Quenstedts gelehrt haben, im süddeutschen Lias sehr gut durchführen, aber sie wird bereits im süddeutschen Weißjura (Malm) unmöglich, wo klar zu sehen ist, daß gewisse „*Leitfossilien*“ an ganz bestimmte Lebensbedingungen gebunden sind und da länger lebten, wo die äußeren Lebensbedingungen sich länger gleichblieben, während sie dort verschwanden, wo sich die Lebensbedingungen veränderten. Die Lebens-

dauer einer Art ist eben von den äußeren Lebensbedingungen abhängig und daher in verschiedenen Gebieten, in denen die Lebensbedingungen sich früher oder später verändert haben, kürzer oder länger gewesen. Aus diesem Grunde ist der Wert der „geologischen Zone“ als Zeitmaß ein vollkommen schwankender, wenn sie im Oppelschen Sinne angewendet wird und auch für eine nur relative geologische Zeitmessung unbrauchbar.

Durch die Untersuchungen W. Waagens und die an sie anknüpfenden Studien M. Neumayrs erfuhr der Oppelsche Zonenbegriff eine wesentliche Änderung. W. Waagen stellte 1869 fest, daß an einzelnen fossilen „Arten“ Veränderungen beobachtet werden können, welche für eine bestimmte geologische Zeitspanne kennzeichnend sind und daß sich diese Formveränderungen z. B. bei *Ammonites subradiatus* von „Zone“ zu „Zone“ verfolgen lassen. Diese zeitlich aufeinanderfolgenden Formveränderungen nannte W. Waagen „Mutationen“ und unterschied sie von den zeitlich nebeneinander auftretenden oder gleichzeitigen „Variationen“. Melchior Neumayr ging einen Schritt weiter und erklärte 1878, daß die Lebensdauer einer *Mutation* dem Begriff der Oppelschen „Zone“ gleichzusetzen sei.

An dieser Fassung und diesem Begriffsinhalt der „Zone“ im geologischen Sinne ist merkwürdig lange festgehalten worden. Sowohl die Oppelsche Begriffsfassung der „Zone“ als die Neumayrsche Definition derselben bezweckten die Schaffung eines geologischen Zeitmaßes. In beiden Fällen wäre aber zunächst der Nachweis zu erbringen gewesen, daß entweder alle Arten oder alle jemals entstandenen Mutationen *gleich lange Lebensdauer* besessen haben, da ja sonst die „Zone“ als Zeitmaß ein Nonsens gewesen wäre. Dieser Nachweis ist jedoch nie erbracht worden und konnte auch nicht erbracht werden. Wir wissen seit langem, daß sich gewisse Arten sehr langsam, andere dagegen außerordentlich schnell verändern und verändert haben und daß die Lebensdauer einer „Mutation“ im Waagenschen Sinne ebenso von der einer anderen *Mutation* verschieden ist wie die Lebensdauer der einzelnen Arten. Der Grundfehler dieser Methode lag darin, eine unbekannte Größe durch eine zweite unbekannte Größe ausdrücken zu wollen, von der nur sichersteht, daß sie in außerordentlich weiten Grenzen schwankt und seit jeher geschwankt hat.

Daß die Artbildung in einzelnen Stämmen zu derselben geologischen Zeit stürmisch erfolgt ist, in anderen dagegen überaus langsam, ist heute eine vollkommen gesicherte Tatsache. Wählen wir als Grundlage der Zonengliederung im Oppelschen oder im Neumayrschen Sinne Arten aus einer stürmisch zur Blüte drängenden Reihe, so erhalten wir für *dieselbe* geologische Zeitspanne eine *große* Zahl aufeinanderfolgender Zonen, wählen wir dagegen Arten von langsamerer Entwicklung, so werden wir nur *wenige* Zonen in demselben Zeitraum unterscheiden können. Wir

sehen somit, daß dieser Weg *nie* zum Ziele der Schaffung eines geologischen Zeitmaßes führen kann, weil die Abgrenzung solcher „Zonen“ auf Größen von gänzlich verschiedener Wertigkeit beruht und derartige „Zonen“ keine *vergleichbaren* Maßeinheiten darstellen können. Die relative Zeitdauer der einzelnen Formationen kann daher nie durch eine größere oder geringere Zahl derartiger „geologischer Zonen“ ausgedrückt werden.

Ebensowenig als die Lebensdauer irgendeiner Art oder irgendeiner *Mutation* (im Sinne W. Waagens) eine konstante, gleichbleibende Größe ist, so ist es auch die Lebensdauer jener Summe von Arten, die zu einer *Fauna* vereinigt sind. Auch die Lebensdauer der verschiedenen, im Laufe der Erdgeschichte aufeinanderfolgenden Faunen ist außerordentlich verschieden und von Ereignissen abhängig, die sich ohne Rhythmus und keineswegs in regelmäßigen Perioden abspielen und seit jeher abgespielt haben.

Da alle bisherigen Versuche, durch Heranziehung biologischer Gesichtspunkte zu einer geologischen Zeitmessung zu gelangen, ebenso fehlgeschlagen sind wie die Versuche, aus der Mächtigkeit der Sedimente, der Schichtenbildung, der Abtragung der Sedimente durch Erosion, der Präzessionszyklen u. s. f. einen Maßstab für die Länge der verflossenen Zeiträume der Erdgeschichte zu finden, so begegnen wir immer wieder neuen Versuchen einer geologischen Zeitvergleichung und Zeitmessung. Vor kurzem sind wieder mehrfache Versuche gemacht worden, auf biologischem Wege zu einer Lösung des Rätsels zu gelangen. Von diesen Versuchen sollen einige im folgenden eingehender besprochen werden.

Die erste Abhandlung stammt aus der Feder des hervorragenden nordamerikanischen Paläontologen William Diller Matthew¹⁾. Der Verfasser hebt in der Einleitung zu seinen Darlegungen hervor, daß die Erwerbung von schrittweise sich steigenden Spezialisierungen im Laufe der Stammesgeschichte an so zahlreichen Stämmen, insbesondere an verschiedenen Stammesreihen der Säugetiere beobachtet worden ist, daß diese Kette von morphologischen Veränderungen und ihre Abhängigkeit von der Umwelt als eine sichergestellte Tatsache angesehen werden muß. W. D. Matthew erinnert daran, daß innerhalb gewisser Stammesreihen sich sehr deutlich die Spezialisationssteigerungen von der älteren zur jüngeren Form kettenförmig verfolgen lassen. Ein solches Beispiel ist die Stammesreihe der Pferde, in welcher von Art zu Art fortlaufend derartige morphologische Veränderungen klar zu beobachten sind. Diese Spezialisationssteigerungen betreffen teils eine Stärkung und Komplikation einzelner Organe, teils eine Reduktion anderer Organe. Es liegen also, deutlich verfolgbar, in der Stammes-

¹⁾ W. D. Matthew, Time Ratios in the Evolution of Mammalian Phyla. A Contribution to the Problem of the Age of the Earth. — Science, N. S., Vol. XL, Nr. 1024, pag. 232—235, 1914.

reihe der Pferde Prozesse verschiedenen Charakters vor, für welche die Bezeichnung *rudimentäre und orimentäre Spezialisierungen* anzuwenden sind; unter rudimentären Organen hat man die *verkümmerten* zu verstehen, während ich für die *entstehenden* die Bezeichnung „*orimentäre Organe*“ im Jahre 1914 vorschlug, um eine scharfe Trennung von absolut kleinen oder „*minutialen*“ Bildungen je nach ihrer aufsteigenden oder absteigenden Entwicklungsrichtung und daher ihrem phylogenetischen Werte nach auch in der Benennung zum Ausdruck zu bringen.

Die Gegensätze zweier gleich alter oder zweier altersverschiedener Formen lassen sich nun zwar *deskriptiv* zum Teile erfassen (naturgemäß können bei den fossilen Pferden wie bei den fossilen Vertebraten überhaupt nur osteologische Merkmale in Betracht kommen); aber es ist klar, daß man bei der Gegenüberstellung der Gegensätze zweier verglichenen Formen nur die am meisten in die Augen fallenden berücksichtigt. Zahllose feine morphologische Differenzen entziehen sich unserer Beobachtung und es sind somit nur die gröberen Merkmale, welche bei der Unterscheidung in Betracht kommen.

W. D. Matthew unternimmt jedoch trotzdem den Versuch, die verschiedenen morphologischen Merkmale, durch welche sich die aufeinanderfolgenden Arten der fossilen Pferde voneinander unterscheiden, *ziffernmäßig* in Rechnung zu stellen, um auf diese Weise den größeren oder geringeren Abstand von der einen zur anderen Art zum Ausdruck zu bringen. So gelangt er zur Aufstellung folgender Reihe:

Stammesreihe des Pferdes:	Relativer Wert der morphologischen Differenzen der jüngeren von der älteren Art bzw. Gattung:	Geologisches Alter: ¹⁾
Equus caballus, etc.	1	Holozän
Equus Scotti, etc.	10	Plistozän
Hipparion	10	Pliozän
Merychippus	15	Obermiozän
Parahippus	5	Untermiozän
Miohippus	5	Oberoligozän
Meshippus	15	Unteroligozän
Epihippus	10	Obereozän
Orohippus	10	Mittelleozän
Eohippus	Stammform	Untereozän

W. D. Matthew meint, daß zwar viele tausend Messungen nötig wären, um den genauen Wert der morphologischen Differenzen zwischen den Arten oder Gattungen feststellen zu können, daß aber das Endergebnis doch nur in einer Grenze schwanken würde, die zwischen dem Doppelten und der Hälfte der obigen Ziffern liegen könnte.

¹⁾ Das genauere geologische Alter ist hier der Abhandlung von H. F. Osborn und W. D. Matthew: *Cenozoic Mammal Horizons of Western North America* (Bull. 361, Department of the Int., U. S. Geol. Surv., Washington, 1909) entnommen.

Aus den verschiedenen großen Werten versucht nun Matthew die Zeitdauer zu berechnen, welche von der Entstehung der älteren bis zur jüngeren Gattung vergangen ist.

Als Maßstab für diese Berechnung nimmt W. D. Matthew die Eiszeit, beziehungsweise jenen Abschnitt in der Entwicklung des Pferdestammes, der in die Eiszeit fällt; da sich die pliozänen Pferde, wie z. B. *Equus Scotti*, nur mehr in wenigen Merkmalen von den lebenden Pferderassen unterscheiden, die tertiären Gattungen untereinander aber ungleich größere Differenzen aufweisen, so kommt Matthew zu dem Schlusse, daß das Tertiär einschließlich des Paleozäns eine ungefähr *hundertmal* längere Zeitspanne als das Plistozän darstellt.

Als weitere Stützen dieser Berechnung führt Matthew die Cameliden, Rhinocerotiden, Tapiriden und Caniden an, ohne jedoch in Einzelheiten einzugehen. In der Tat scheint es auf den ersten Blick, als ob wir einen Maßstab für die Berechnung der Länge der Tertiärzeit in der ziffernmäßigen Abschätzung der morphologischen Differenzen im Laufe der Phylogenie der Säugetierstämme gefunden hätten. Bei eingehenderer Überlegung stellt sich jedoch dieser Methode eine große Schwierigkeit entgegen.

Die Matthewsche Berechnung beruht auf der Voraussetzung, daß das Entwicklungstempo der einzelnen Säugetierstämme ein konstantes gewesen ist und daß größere Differenzen zwischen zwei genetisch verknüpften Gattungen dadurch zu erklären sind, daß zwischen der Entstehung dieser beiden Gattungen ein größerer Zeitraum vergangen ist als zwischen zwei Gattungen, die sich nur in wenigen Merkmalen voneinander unterscheiden.

Das Entwicklungstempo der Tierstämme ist aber, wie aus zahlreichen Beispielen hervorgeht, keineswegs gleichmäßig gewesen. Der eine Stamm hat sich sehr rasch, ja man kann sagen, zuweilen stürmisch entfaltet, während andere Stämme ein außerordentlich langsames Entwicklungstempo aufweisen. Man muß also zu einem ganz verschiedenen Resultate gelangen, wenn man einen sich rapid entfaltenden Stamm als Grundlage für die Zeitmessung benutzt, als wenn die Unterschiede eines sich nur langsam entwickelnden Stammes als Grundlage für die Zeitmessung gewählt werden. Dazu kommt noch, daß sich auch innerhalb eines Stammes das Entwicklungstempo keineswegs immer gleich bleibt, sondern daß sich die Neubildung und Umformung von Arten und Gattungen zu bestimmten Zeiten langsam, zu anderen dagegen rasch vollzogen hat.

Nun könnte die Frage aufgeworfen werden, wie es denn möglich sein kann, derartige Perioden langsamer und solche rascher Umformung innerhalb eines Stammes festzustellen, wo uns doch noch jeder zuverlässige Maßstab für die Zeitberechnung eines geologischen Zeitabschnittes fehlt: Einige Beispiele sollen darlegen, auf wel-

chem Wege wir zur Erkenntnis dieser ruckweisen Entwicklung einzelner Stämme gelangt sind.

Die Tertiärformation wird bekanntlich in folgende Unterabschnitte geteilt: 1. Eozän, 2. Oligozän, 3. Miozän, 4. Pliozän. Neuerdings wird noch eine ältere Abteilung, das „Paleozän“, zwischen dem typischen Untereozän (Wasatchformation) und der obersten Kreide unterschieden, welche die Fort-Union-Schichten, die Puerco-Schichten und die Torrejonschichten umfaßt. Die Einzelgliederung dieser Abteilungen beruht einerseits auf dem Vergleiche der *Landfaunen*, andererseits auf dem Vergleiche der *Meeresfaunen*. Wir wollen nun zwei Stämme aus den Säugetieren auswählen, deren Reste in Schichten gefunden worden sind, deren Altersbestimmung auf den Unterschieden oder auf der Übereinstimmung der Meereskonchylien beruht, die in diesen Schichten begraben liegen. Diese beiden Stämme sind die *Cetaceen* oder Wale und die *Sirenen* oder Seekühe.

Vor allem ist daran festzuhalten, daß sich die äußeren Lebensbedingungen sowohl bei den Walen als bei den Seekühen in großen Zügen seit dem Momente gleich geblieben sind, in dem sie das Landleben mit dem Meeresleben vertauscht haben. Nur ein Unterschied ist zu beachten. Die Wale sind ursprünglich, wie die Archäoceten beweisen, sarkophage Räuber gewesen, wie es in der Gegenwart nur noch der Schwertwal (*Orca*) ist. Sie sind später zur Fischnahrung übergegangen und haben ihre Beute unzerkaut verschluckt; von der Ichthyophagie sind sie später zur Teuthophagie übergegangen, d. h. sie sind mehr und mehr Cephalopodenfresser geworden. Das letzte Glied in der Kette dieses Nahrungswechsels ist die Planktonophagie der Glattwale, die sich hauptsächlich von kleinen planktonischen Crustaceen ernähren.

Im Gegensatze zu diesem Nahrungswechsel der Wale im Laufe der Stammesgeschichte ist die Nahrungsweise der Seekühe, soweit wir ihre Phylogenie heute überblicken können, stets dieselbe geblieben.

Vergleichen wir nun jenen Abschnitt der Stammesentwicklung der Wale einerseits und der Seekühe andererseits, welcher in die Miozänzeit fällt, so tritt uns ein außerordentlich großer Gegensatz entgegen.

Gerade in diese Zeit fällt bei den Walen der Übergang von der Ichthyophagie zur Teuthophagie und zur Planktonophagie. Diese Nahrungsänderungen haben einen durchgreifenden Wechsel des Gebisses und aller übrigen mit der Verarbeitung der Nahrung beschäftigten Organe zur Folge. In einzelnen Zweigen des Walstammes, wie bei den Pottwalen (Physeteriden) und den Schnabelwalen (Ziphiiden) können wir diese Veränderungen, soweit sie den Schädel und das Gebiß betreffen, schrittweise verfolgen. In eine relativ kurze Zeitspanne zusammengedrängt, wie es die Miozänzeit im Vergleich zu den übrigen Abschnit-

ten der Tertiärformation gewesen ist, tritt uns eine überraschende Fülle von Gattungen und Arten entgegen, die sich äußerlich sehr beträchtlich unterscheiden, aber trotzdem eine zusammenhängende stammesgeschichtliche Kette bilden. Würden wir nicht, daß sich dieser Umformungsprozeß zum größten Teil auf das Miozän beschränkt und schon im unteren Pliozän beinahe als abgeschlossen betrachtet werden darf, so würden wir, die morphologischen Differenzen in Ziffern umgerechnet und als Zeitmaß verwendet, das Miozän für einen bedeutend längeren Zeitraum ansehen müssen als es, nur nach dem Maßstabe der morphologischen Veränderungen der Wale beurteilt, das ganze Pliozän und Plistozän darstellen würde.

Vergleichen wir mit dieser stürmischen Umformung der Wale während der Miozänzeit die Veränderungen, welche uns die miozänen Seekühe darbieten, so sehen wir, daß sich diese Gruppe der Huftiere außerordentlich langsam, Schritt für Schritt und, wie es scheint, in einem sehr gleichmäßigen Tempo entwickelt hat. In der geschlossenen Ahnenreihe der Halitheriiden, die im ägyptischen Mitteleozän mit der Gattung *Eotherium* beginnt und über die oligozäne Gattung *Halitherium* zur miozänen Gattung *Metaxytherium* und von dieser zur jüngsten, pliozänen Gattung *Felsinotherium* fortschreitet, sind ja zwar auch zahlreiche morphologische Veränderungen nachweisbar, aber auf die Miozänzeit entfällt nur ein relativ sehr kleiner Betrag dieser Veränderungen. Wenn wir diese morphologischen Differenzen als Maßstab für eine Zeitmessung benutzen wollten, so müßten wir zu einem total verschiedenen Ergebnisse als bei den Walen gelangen.

Wenn wir nun die Wale, Sirenen und Pferde nach ihrem Entwicklungstempo während der gleichen Zeitspanne der Tertiärzeit untereinander vergleichen, so ergibt sich, daß sich die Sirenen vom Eozän an sehr stetig und relativ langsam weiterentwickelt haben, die Pferde zuerst ziemlich rasch, dann langsamer, aber bis zum Pliozän immer noch relativ viel schneller als die Sirenen, die Wale dagegen vom Oligozän an sehr rasch, fast stürmisch im Miozän, und vom Unterpliozän an sehr langsam, so daß die Stammesgeschichte der Wale als ein Beispiel einer in sehr ungleichmäßigem Tempo erfolgten Entwicklung gelten kann.

Auch bei den Pferden ist die Umformung des ganzen Organismus zum großen Teil auf die Veränderung der Nahrungsweise zurückzuführen. Ursprünglich haben sie, wie das Gebiß der ältesten Gattungen beweist, eine weiche Pflanzenkost bevorzugt und sind erst später, aber schon im Alttertiär, zur Gramineennahrung übergegangen, die von da an fast immer beibehalten worden ist. Freilich treffen wir unter den europäischen Equiden schon im Unterpliozän ein *Hipparion* inmitten einer typischen Waldfauna und nach den

neuen Untersuchungen von *O. Antonius* war auch *Hipparion crassum* des oberen Pliozäns kein echtes Steppenpferd. Im Plistozän sind gleichfalls Waldpferde neben Steppenpferden zur Entwicklung gelangt, und eines derselben hat sich, wie gleichfalls *O. Antonius* gezeigt hat, sekundär dem Leben in der Tundra angepaßt. Die Veränderungen, die als eine Folge der geänderten Nahrungsweise der Waldpferde anzusehen sind, treten in einer auffallend starken Schmelzfäلتung der Molaren zutage. Es ist dies im Vergleiche zu der durchgreifenden Komplikation der Molaren bei den alttertiären Pferden nur ein relativ untergeordnetes Merkmal, aber der Nahrungswechsel macht sich doch auch noch bei den phylogenetisch jüngeren Formen bemerkbar.

Es geht also unmöglich an, die morphologischen Differenzen einzelner Gattungen und Arten, die im Laufe der Stammesgeschichte auftreten, als ein Maß zur Zeitbestimmung zu verwenden; die Veränderungen der Organismen sind von äußeren Verhältnissen und von einem Wechsel derselben in so hohem Grade abhängig, daß wir über diese Einflüsse der Umwelt zuerst sehr eingehende Untersuchungen anstellen müssen, bevor wir daran denken können, morphologische Unterschiede als einen Maßstab für die geologische Zeitmessung zu verwenden. Dazu kommt, daß wir in sehr vielen Fällen kaum die letzte Ursache einer in morphologischen Differenzen zum Ausdruck kommenden Veränderung der äußeren Lebensbedingungen werden ermitteln können. Daher ist dieser, auf den ersten Blick bestechende Berechnungsversuch *Matthews* als Maßstab für eine exakte geologische Zeitmessung abzulehnen.

Auf einem anderen Wege als *Matthew* versucht *R. Wedekind*¹⁾ zu der Aufstellung eines Zeitmaßes für die Erdgeschichte zu gelangen.

Der Ausgangspunkt der Darlegungen *Wedekinds* ist die Auffassung, daß die Veränderungen der Organismen von den Einflüssen der Umwelt unabhängig sind und daß die Anpassung keine Rolle in der Umformung der Lebewesen spielt. Dieser schon im Vorworte dargelegte Grundsatz des Verfassers wird auch später wiederholt und am eingehendsten S. 26 und 27 erörtert. Hier äußert sich der Autor sehr bestimmt über diese biologische Frage, die er in dem lapidaren Satze zusammenfaßt: „Das Landtier, das ins Wasser geht, wird ertrinken, sich aber nicht anpassen!“ Diese Äußerung wird vielleicht noch durch den Satz übertroffen (ibidem, S. 27): „Der Frosch, der auf die Reize der Außenwelt reagiert und fliegen will, bricht das Genick, der Frosch aber, dem Flughäute gewachsen sind — aus Gründen, die die Vererbungslehre zu erklären hat —, wird fliegen können.“

Dieses von *R. Wedekind* vertretene Axiom ist die Grundlage, auf welcher der Verfasser seine

Anschauungen über die Schaffung eines Zeitmaßes der Erdgeschichte entwickelt. Auch er greift zu dem Begriffe der „Zone“ und versucht dieselbe als *Zeitmaß* zu verwenden. Nach *Wedekind* entspricht das „Zeitintervall“ der Erdgeschichte, das auch er mit dem Oppelschen Namen „Zone“ bezeichnet, „der Lebensdauer einer Art“ (S. 33).

Nun sieht sich aber der Verfasser doch genötigt, zuzugestehen (S. 27), daß die Umwandlungsgeschwindigkeit bei verschiedenen Organismen eine ganz verschiedene ist. Ja, er hebt sogar hervor, daß innerhalb eines Stammes dieses Entwicklungstempo einmal sehr rasch ist — er spricht dann von einer „stratigraphisch virulenten“ Gruppe (S. 27 und 33) —, ein andermal dagegen langsam, so daß diese Gruppe dann als „stratigraphisch invirulent“ zu bezeichnen ist.

Man sollte meinen, daß diese Erkenntnis ausreichen könnte, um den Begriff der geologischen „Zone“ als eines *Zeitmaßes* der Erdgeschichte gänzlich auszuschalten. Wenn die Lebensdauer einer „stratigraphisch virulenten“ Art als Maß für eine Zone genommen wird, so muß diese jedenfalls einem weit kürzeren Zeitraum entsprechen als jene Zone, deren Länge nach der Lebensdauer einer „stratigraphisch invirulenten“ Art begrenzt erscheint. Daher fordert auch der Verfasser von der Aufstellung einer „Zone“, daß nur stratigraphisch virulente Gruppen den Maßstab für ihre Begrenzung abgeben dürfen. Was ist denn aber das Kennzeichen einer virulenten und einer invirulenten Gruppe? In vagen Umrisen wird sich manches „dem Gefühl nach“ abschätzen lassen, aber da uns ein Maßstab für die absolute Lebensdauer der Arten fehlt, so muß er auch folgerichtig für die Abgrenzung einer „Zone“ fehlen. Mit anderen Worten, wenn die Zonen nur nach der Lebensdauer der für sie bezeichnenden Arten abgegrenzt werden, so können sie, da eben die Lebensdauer der Arten außerordentlich verschieden ist, niemals als eine in der geologischen Zeitmessung verwertbare Maßeinheit betrachtet werden. Wenn es dem Autor gelungen wäre, einen überzeugenden Nachweis von den Kennzeichen einer „virulenten“ und einer „invirulenten“ Art zu liefern, so wäre ja in der Tat ein Mittel für die Aufstellung eines Zeitmaßes gefunden gewesen, aber da dem Verfasser dieser Nachweis nicht gelungen ist und kaum je gelingen dürfte, so ist alles auf diesem Begriff der „Virulenz“ aufgebaute System einer Zonenfolge ein Spiel mit Worten ohne tiefere Bedeutung.

Sind wir schon in den weitaus meisten Fällen in großer Verlegenheit über den Begriff und die Abgrenzung einer „Art“, so steigern sich diese Schwierigkeiten noch bei der Frage nach dem Begriffe einer „Gattung“. Über diese Frage ist schon vor dem Erscheinen der Abhandlung *R. Wedekinds* sehr viel geschrieben und debattiert worden, ohne daß es gelungen wäre, eine Einigung darüber zu erzielen. Mit den kurzen Bemerkun-

¹⁾ *R. Wedekind*, Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1916. 60 S., 18 Abb., 1 Taf.

gen über den Begriff einer „Art“ (S. 3 und 13) und einer Gattung (S. 27), die der Verfasser seinen Darlegungen eingefügt hat, ist dieses Problem noch lange nicht gelöst. Über den Begriff der „Art“ scheint sich *Wedekind* ein abschließendes Urteil gebildet zu haben (S. 13), während er über den Gattungsbegriff abschließende Untersuchungen erst in Aussicht stellt. Gleichwohl definiert er den Begriff der geologischen „Stufe“ mit Zuhilfenahme dieses noch in Schwebe gelassenen Gattungsbegriffes in folgender Weise: „Wie die Art die Zone, so charakterisiert die Lebensdauer einer Gattung eine Gruppe von Zonen, die man als Stufe bezeichnen kann“ (S. 35) und gibt (S. 36—37) eine Stufen- und Zonenfolge des Oberdevons und Karbons.

Daß sich also *Wedekind* nur in einem Zirkel bewegt, ohne dem Kern der von ihm gestellten Frage um einen wesentlichen Schritt näher zu kommen, dürfte nach dem Gesagten auch ohne Eingehen auf weitere Einzelheiten klar geworden sein.

In diesem Zusammenhange ist noch auf eine gleichfalls in der Kriegszeit erschienene Übersicht der mit der geologischen Zeitmessung verbundenen Probleme hinzuweisen, die sich in dem inhaltsreichen Werke *E. Dacqué* über die Grundlagen und Methoden der Paläogeographie¹⁾ eingeschaltet findet und einen ziemlich breiten Raum einnimmt (S. 268—301). Über die älteren Versuche einer absoluten Zeitberechnung geologischer Zeitabschnitte soll hier nicht die Rede sein, sondern nur von den Darlegungen, welche der Verfasser über die Frage einer relativen geologischen Zeitbestimmung gibt.

Man ist bisher meist der Meinung gewesen, daß das Vorkommen *identischer* fossiler Arten in Gesteinen an vielleicht weit voneinander entfernten Stellen der Erdoberfläche die *geologische Gleichalterigkeit* dieser Gesteine beweist. Nun ist schon vor mehreren Jahren von *M. Semper* (1908) und *K. Deninger* (1910) die Frage aufgerollt worden, ob nicht eine von ihrem ursprünglichen Entstehungsorte weit weggewanderte Art an der Peripherie ihres Verbreitungsgebietes in einer viel späteren Zeit anlangte und dort noch lebte, als sie in ihrer ursprünglichen Heimat bereits ausgestorben war. Ist ein solcher Fall denkbar, so kann folgerichtig die Feststellung der geologischen Gleichalterigkeit einer Art und weiters auch der einer Fauna nur in enge benachbarten Gebieten, z. B. in Süddeutschland, möglich sein, während unsere bisherige Methode der Altersidentifizierung einer Schichtgruppe auf Grund identischer Leitfossilien versagen müßte, wenn es sich um räumlich weit getrennte Vorkommnisse handelt. Sowohl in dem angezogenen Beispiel als auch in dem angenommenen Falle, daß die für eine Schichtgruppe charakteristische Art im

Ursprungsorte die ganze Zeit der Lebensdauer der Art hindurch lebte, an der Peripherie des Verbreitungsgebietes später erschien, aber überall gleichzeitig erlosch, würden die durch diese Art gekennzeichneten Schichten durchaus ungleichen Zeitwerten entsprechen. Somit würde eine Schichtgruppe, in der das Fossil A in Deutschland auftritt, keineswegs ebenso lange zur Ablagerung gebraucht haben und keineswegs einer ebenso langen Zeitspanne entsprechen, wie eine Schichtgruppe mit demselben Leitfossil A in weit entfernten Gebieten, etwa im Malaiischen Archipel oder in Südamerika. Die Lebensdauer der an der Peripherie des Verbreitungsgebietes angelangten Art würde also dort viel kürzer sein als in der ehemaligen Heimat oder, im ersten Falle, könnte sie eventuell gleich lang sein, müßte aber in eine spätere geologische Zeit fallen als am Orte ihrer Entstehung. Damit würde die Bedeutung der durch das Leitfossil A charakterisierten geologischen „Zone“ als ein geologisches Zeitmaß in Nichts zusammenfallen. Wir sind also durch diese Erwägungen wieder zu dem Schlusse von *Seebachs* gelangt, der schon im Jahre 1864 darauf hinwies, daß eine und dieselbe Art keineswegs überall dieselbe vertikale Verbreitung besitzt oder, mit anderen Worten, daß das Vorkommen einer identen fossilen Art an zwei entfernten Stellen keineswegs beweist, daß diese an beiden Stellen gleich lange gelebt hat.

E. Dacqué versucht nun, eine neue Auffassung darzulegen. Er nimmt an, daß das Auftreten einer neuen identen oder vikariierenden Art oder Gattung an zwei oder mehr weit voneinander entfernten Stellen der Erdoberfläche keineswegs zur Voraussetzung haben muß, daß die neue Type an einem Punkte entstanden und von dort radial ausgewandert ist. *E. Dacqué* meint, daß das „neue Umwandlungsziel“ an mehreren Punkten und in den verschiedensten Weltgegenden auf ganz verschiedenen phylogenetischen Linien erreicht worden ist und weist darauf hin, daß sich die Gattungen *Hoplites* und *Holcostephanus* in weit voneinander entfernten Gebieten *unabhängig* voneinander aus Perisphincten entwickelt zu haben scheinen, so daß eine Auswanderung bzw. Einwanderung nicht angenommen werden müsse. Allerdings ist *E. Dacqué* so vorsichtig, zuzugestehen, daß es sich zwar nicht um „im einzelnen absolut identische“ Formenreihen handelt, die in verschiedenen Weltgegenden entstehen oder entstanden sind, aber daß sie doch „einen im wesentlichen gleichen morphologischen Weg“ gehen (S. 288). So kommt *Dacqué* zu dem Schlusse, daß sich „gleichsinnig in allen Teilen der Welt die Umwandlung der für die späteren Stufen charakteristischen Faunen“ vollzog und „daß damit Wanderungen sowie die endlosen Zeiträume für die Wanderungen nicht mehr gefordert zu werden brauchen“.

Wir stehen hier wieder einmal vor der Aufrollung des Problems einer *polyphyletischen Ent-*

¹⁾ *E. Dacqué*, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena, G. Fischer, 1915. 499 S., 79 Abb. und 1 Karte.

stehung der Organismen. Die Beantwortung dieses rein phylogenetischen Problems ist kaum auf geologischer Basis möglich; von biologischer Seite aus ist sie ablehnend beantwortet worden¹⁾. Wenn immer wieder die Hypothese einer polyphyletischen Entstehung der Organismen auftaucht, so ist dies meist darin begründet, daß Konvergenzen mit Homologien und Parallelismen verwechselt werden. Auch Dacqué vertritt den Standpunkt, daß zu gleichen geologischen Zeiten unter den Tiergruppen „ein gewisser gleichartiger Baustil herrscht“ (S. 289). Was damit gemeint ist, ist ziemlich unverständlich, wenigstens vom Standpunkte des Biologen aus.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß eine große Zahl von Problemen der Naturforschung nicht einem einzigen durch die Spezialisierung der Wissenschaften bedingten abgeschlossenen Kreise angehört, sondern daß sich die Forschungsgebiete der verschiedenen Disziplinen an vielen Punkten schneiden. Das ist nicht nur kein Nachteil für den allgemeinen Fortschritt der Naturerkenntnis, sondern ein bedeutender Vorteil; übereinstimmende, aber auf verschiedenen Wegen erzielte Forschungsergebnisse vertiefen theoretische Resultate zu gesicherten Erkenntnissen, abweichende spornen zu neuen Untersuchungen an.

Auch das Problem der geologischen Zeitmessung ist zum Teil ein biologisches Problem. Die Lebensdauer der fossilen Arten und Gattungen, ihre Entstehung und ihr Erlöschen, ihre Wanderungen und ihre Umformungen sowie die Ursachen dieser Vorgänge spielen in die Fragen nach der Abgrenzung der „Zonen“ und ihres Begriffsinhaltes unmittelbar hinein. Hoffentlich werden dem ersten Versuche Matthews, von biologischer Seite aus diesen Fragenkomplex anzuschneiden, weitere und eingehendere folgen; es wäre an der Zeit, von biologischer Seite aus dieses Problem ernstlich in Angriff zu nehmen. Ich wiederhole, von biologischer Seite; wer mit erborgtem Rüstzeug an der Oberfläche schürft, ohne seine Handhabung zu kennen, wird nie in die Tiefe dringen.

Die Entwicklung der Wolfsbohnen (Lupinen) auf leichten und schweren Böden.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. Saale.

Die Wolfsbohnen oder Lupinen, wie sie meist noch mit ihrem fremden Namen genannt werden, nehmen unter den Hülsenfrüchten als Stickstoffsammler zweifellos eine hervorragende Stelle ein. Wenn sie auch als Futterpflanzen jetzt bei weitem nicht mehr die frühere große Rolle spielen, so

haben sie, zumal in neuerer Zeit, neben Kleearten und anderen Hülsenfrüchten um so mehr Bedeutung als Gründüngungspflanzen gewonnen. Sie werden dann, besonders in Italien und in manchen Gegenden auch bei uns, als Nahrungsmittel für die Menschen und als Genußmittel (Kaffee-Ersatzmittel) verwandt. Die Wolfsbohnen sind obendrein ein ganz vorzügliches Mittel zur allgemeinen Bodenverbesserung. Sie bilden eine artenreiche Gruppe von meist einjährigen Kräutern und Halbsträuchern. Sie stammen meist aus dem Morgenlande und sind zu uns nach Deutschland erst verhältnismäßig spät gekommen. Die Heimat der bekanntesten ausdauernden Art ist Nordamerika (Kanada).

Neuerdings werden die Wolfsbohnen bei uns bis weit nach Norden — in Dänemark, Schweden und Norwegen noch bis zum 60.° n. Br. — erfolgreich angebaut. In den Alpen kann man einige Arten selbst in beträchtlichen Höhenlagen antreffen, so z. B. die gelbe im gesegneten Vintschgau bei Meran noch 800—1000 m hoch, die blaue ebenda noch in Höhen von 1300 m. Auch im Schnalsertal wächst die blaue Wolfsbohne noch 1300 m hoch. An der Stilfser Jochstraße (oberhalb von Stilfs) steigt sie noch höher hinauf bis über 1400 m, in den Dolomiten (u. a. in der Nähe von Toblach) sogar bis zu Höhen von annähernd 1600 m.

Schon lange haben die blauen, weißen, gelben und roten Wolfsbohnen mit ihren mannigfachen Abtönungen Eingang in unsere Ziergärten gefunden und werden in einzelnen Gegenden auch vielfach als Zimmer- und Tafelschmuck verwandt. Eine besondere landwirtschaftliche Nutzung haben nur wenige Arten gefunden. Im regelrechten landwirtschaftlichen Betriebe sind bei uns zunächst nur die gelbe Wolfsbohne (*Lupinus luteus*), die blaue (*L. angustifolius*), ferner die weiße (*L. albus*), die haarige rotblühende (*L. hirsutus*) und schließlich eine häufiger vorkommende ausdauernde Art (*L. perennis* oder *polyphyllus*) wichtig geworden. Sehr häufig ist vor allem die gelbe Art, aber auch die blaue und weiße trifft man in manchen Gegenden öfters an. Die ausdauernde Art wird in neuester Zeit als Futter- und Gründüngspflanze regelrecht angebaut, und zwar namentlich in Obstgärten und im Walde.

In ähnlicher Weise wie der jetzt vielfach angebaute Krallenklee oder große Vogelfuß (die *Serradella*) sind auch die Wolfsbohnen erst vor wenigen Jahrzehnten wahrscheinlich von Spanien oder Portugal aus auf dem Umwege über Frankreich oder Belgien bei uns in Deutschland wieder eingeführt worden¹⁾, nachdem man beide Pflanzenarten zweifellos schon in weit früherer Zeit in verschiedenen Gegenden unseres Reiches angebaut hatte, die betreffenden Versuche aber, und

¹⁾ Was verstehen wir unter monophyletischer und polyphyletischer Abstammung? Erster Diskussionsabend über phylogenetische Probleme, gehalten in der k. k. Zool.-Bot.-Ges. in Wien; Verh., 59. Bd., 1909, S. 243—256.

¹⁾ Vgl. hierzu auch den Aufsatz in Nr. 26 und 27, 1915 dieser Zeitschrift: Über die Entwicklung von Krallenklee (*Serradella*) auf leichten und schweren Böden.

zwar besonders solche mit Wolfsbohnen, vollständig fehlgeschlagen waren. Beide Pflanzen sind aber später auch auf deutschem Boden schnell heimisch geworden und nehmen zurzeit vielleicht den hervorragendsten Platz unter allen neueren Nutzpflanzen ein: Ihr Hauptanbaugebiet ist freilich noch immer der leichtere, sandige Boden, wie er gerade in Deutschland sich auf weite Strecken hin vorfindet. Besteht doch ungefähr ein Drittel des gesamten bebauten Ackerlandes des preussischen Staates aus leichteren Böden. Die Einführung des Wolfsbohnenbaues wie auch des etwas später erfolgten Krallenkleebaues hat sich für die einzelnen deutschen Staaten, besonders auch für Preußen, als ein großer Segen erwiesen. Beide Hülsenfrüchte haben allmählich eine große wirtschaftliche Bedeutung gewonnen. Neben anderen Bodenverbesserungsmitteln sind gerade diese Pflanzen im wahrsten Sinne des Wortes zugleich vorzügliche Bodenverbesserungsgewächse, namentlich für so manche Ländereien, die ehemals als Unland betrachtet und als solches abgeschätzt wurden.

Besonders mit Hilfe der gelben Wolfsbohne ist man allmählich sogar auf sehr trockenem Sande, der bisher kaum der einfachsten Bebauung für wert erachtet wurde, tatsächlich in den Stand gesetzt worden, verhältnismäßig sehr große Pflanzenmassen zu erzeugen. Kein Wunder also, wenn schon frühzeitig eine große Begeisterung die Landwirte aller Sandgegenden ergriff und wenn der Wert des Sandbodens ziemlich plötzlich mehr als verdoppelt erschien! Ein Boden, der früher zu bestem Boden in einem Verhältnis wie 1:5 gestanden haben mochte, wurde durch die Wolfsbohne unerwartet vorzüglich verbessert und stand bald zu bestem Boden im Verhältnisse wie 2 oder 3:5. Leider sollte aber diese Freude bald stark getrübt werden. Beim Verfüttern der Wolfsbohnen in ihrer verschiedensten Gestalt traten oft recht schwere Krankheitserscheinungen auf: Die genugsam bekannte Wolfsbohnenseuche oder „Lupinose“, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll. Die Bedeutung der Wolfsbohnen als Futterpflanzen ist jetzt jedenfalls bei weitem nicht mehr so groß wie früher, nachdem man vor allem auch im Krallenklee und Wundklee (*Anthyllus vulneraria*) sehr wertvolle Futtergewächse kennen gelernt hat. Um so größere Bedeutung haben jene aber als Gründünger und als Mittel zur Bodenverbesserung gewonnen. Wichtig sind die Wolfsbohnen auch für die Sauerfutterbereitung und ihr Same als Fischfutter und N-Dünger.

Auf den besseren, schwereren Böden konnte man früher sowohl den Krallenklee wie auch die Wolfsbohnen aus mancherlei jetzt leicht erklärlichen Gründen noch zu keiner irgendwie freudigen Entwicklung bringen. Nur sehr vereinzelt hat man späterhin auf solchen Böden ein leidlich gutes Wachstum dieser Schmetterlingsblütler beobachtet, und erst neuerdings mehrten sich die Beobachtungen über besonders günstiges Wachs-

tum, nachdem man neben wirksamen natürlichen Impferden allmählich auch vollauf wirksame künstliche Impfstoffe zur Sicherung und Förderung des allgemeinen Hülsenfrucht- und Kleebaues kennen gelernt hat und sie richtig anzuwenden weiß.

Krallenklee, Sandwicke und Wolfsbohne galten früher als ausgeprägte Sandbodenpflanzen. Heute wissen wir, daß ihre Entwicklung auch auf mancherlei schweren Böden und selbst auf schwersten Böden oft eine ganz vorzügliche ist. Nach den umfangreichen Untersuchungen des Berichterstatters¹⁾ wie auch nach mancherlei Versuchen und Beobachtungen anderer nimmt die Wolfsbohne (gleich dem Krallenklee) gegenüber den leichteren, sandigen Böden keineswegs irgendeine Sonderstellung ein, wie dies in landwirtschaftlichen Lehrbüchern früher allgemein behauptet wurde und auch jetzt in den Fachschriften vielfach noch betont wird. Die Entwicklung beider Pflanzen ist vielmehr auf den verschiedensten schweren Böden oft schon eine derartig üppige gewesen, wie sie auf den für sie geeignetsten Sandböden bisher noch nirgends beobachtet wurde. In größerem Maßstabe hat wohl zuerst einer der bekanntesten Vorkämpfer der Gründung auf schweren Böden, Klostergutsbesitzer F. Arndt in Oberwartha im Königreich Sachsen, neben dem Krallenklee auch die Wolfsbohnen auf schwerem Boden regelrecht anzubauen gesucht und mit ihnen bald ausgezeichnete Erfolge erzielt.

Nach unseren eigenen, planmäßigen Versuchen über die Entwicklung beider Leguminosen auf schweren Böden ist der Stand der Wolfsbohne beim ersten Anbau auf solchen Böden mit etwas höherem N-Gehalte nach Hackfrucht oder Getreide oder Erbsen, Bohnen, Senf als Vorfrucht keineswegs schlecht. Sie zeigen aber durchweg noch eine gelbgrüne Farbe und haben auch keine Knöllchen an ihren Wurzeln. Der N-Gehalt der Wurzeln und des Krautes ist noch gering. Sie ernähren sich in diesem Falle ausschließlich vom Bodenstickstoff. Auf schweren Böden mit sehr geringem N-Gehalt und schlechter salpeterbildender Kraft wachsen natürlich die Wolfsbohnen ohne wiederholten Anbau bzw. ohne eine geeignete Impfung zunächst verhältnismäßig nur sehr kümmerlich. Auf sehr N-reichen Böden entwickelten sie sich jedoch auch beim ersten Anbau (ohne eine Impfung) schon sehr vorteilhaft mit dunkler grüner Farbe, auch wenn durchweg keine Knöllchen gebildet werden. Die Pflanzen finden in diesem Falle sehr viel löslichen N im Boden vor, von dem sie sich im allgemeinen schon in völlig ausreichendem Maße ernähren können. Jedenfalls kann man auf schweren Böden mit mangelhaftem oder mäßigem N-Gehalte genau so wie andere Früchte (Hackfrüchte oder Getreide) auch gesunde, üppigentwickelte Wolfsbohnen schon beim

¹⁾ Vgl. u. a. besonders die diesbezgl. ausführlicheren Mitteilungen in den Jahresberichten der Vereinigung für angewandte Botanik Bd. 7, 8 und 10.

ersten Anbau erzielen (also auch ohne Knöllchen), wenn man reichliche Mengen löslichen N als Dünger zuführt. Sie ernähren sich in diesem Falle ausschließlich vom löslichen N des Bodens. Den gleichen Erfolg hat man aber auch ohne jede N-Düngung auf vielen schweren Böden, wenn man beim ersten Anbau eine geeignete Impfung in Gestalt von gesunden, wirksamen Impferden oder vollauf wirksamen künstlichen Impfstoffen vornimmt; ferner ohne jede N-Düngung und auch ohne eine besondere Impfung dann, wenn man Wolfsbohnen immer auf dem gleichen Feldstücke wiederholt anbaut. Sie entwickeln sich erst beim zweiten Anbau — infolge Anpassung anderer Knöllchenbildner an die Wolfsbohnen — überaus üppig mit schöner dunkelgrüner Farbe bei einem meist sehr reichlichen Knöllchenansatz. Auf die N-Sammlung und die Knöllchenbildner selbst soll hier näher nicht eingegangen werden, nur mag betont sein, daß sich besonders die Knöllchenbildner des Krallenklee und der Wolfsbohne gegenseitig leicht vertreten können und daß sich infolgedessen Wolfsbohnen (beim ersten Anbau) nach Krallenklee als Vorfrucht ebensogut, meist sogar noch etwas besser entwickeln, als wenn man auf dem betreffenden Feldstücke die Wolfsbohnen zum zweiten Male anbauen würde. So entwickeln sich auf Lauchstedter Lößlehm Boden die auf Krallenklee folgenden Wolfsbohnen bei guten Witterungsverhältnissen immer ganz gewaltig. Zwischen geimpften und ungeimpften Wolfsbohnen sind stets auffallende Unterschiede in den Ernten. Größere Unterschiede in den Ernten zwischen geimpften und ungeimpften, gleich großen Feldstücken wie zwischen denen ersten und zweiten Anbaues (ohne Impfung) treten natürlich auf N-armen Böden auf. Die nach Krallenklee (ohne Impfung) angebauten Wolfsbohnen lieferten übrigens ebenso wie die geimpften Wolfsbohnen ersten Anbaues (z. B. nach Hafer) und die ungeimpften Wolfsbohnen zweiten Anbaues fast durchweg weit über doppelt soviel N auf 1 ha (190—230 kg N) als die nach Erbsen, Bohnen (*Vicia faba*) oder Nichtleguminosen angebauten Wolfsbohnen, wenn man bei diesen keine besondere Impfung vornahm. Es wurden in den besten Fällen Ernten an Frisch- und Trockenmasse, wie auch an N bzw. Eiweiß gewonnen, wie sie auf den geeignetsten Sandböden bisher schwerlich jemals höher beobachtet wurden. Auch als Zwischenfrucht (Einbaufrucht oder Stoppelfrucht) waren die Erträge auf schwerem Boden in günstigen Jahren schon annähernd so hoch wie als Hauptfrucht. Die Ernten der blauen und gelben Wolfsbohnen sind ungefähr gleich groß. Am besten entwickelt sich auf den meisten schweren Böden die weiße Wolfsbohne mit ihrem sehr üppigen Blattwerke. Sie gedeiht auch bei uns vorzüglich und erreicht als Hauptfrucht leicht eine Höhe von 2 m und darüber. Sie liefert aber nur in wärmeren Gegenden und Lagen reifen Samen. Dieser muß daher meist aus dem Süden bezogen werden und ist infolgedessen sehr

teuer. Sie wird daher bei uns auch nur selten angebaut und leidet bisweilen sehr stark unter Hasenfraß. Sie gilt im übrigen als die am wenigsten gegen Kalk empfindliche Art. In neuerer Zeit wird noch die oben genannte ausdauernde Art (*L. polyphyllus*) mit sehr viel Erfolg besonders in Forsten und in Obstgärten neben anderen N-sammelnden Pflanzen und Sträuchern angebaut und genutzt. Man kann ihre Pflanzenmasse zur Fütterung wie auch zur Gründüngung im Walde verwenden. Zu gleichem Zwecke werden jetzt in manchen Gegenden vielfach die Obstbaumscheiben mit der ausdauernden Wolfsbohne angesät und die Pflanzen einige Jahre stehen gelassen. So wird auf einfache Weise besonders für eine reichliche N-Ernährung der Obstbäume Sorge getragen. Man kann die Wolfsbohnen auch vorteilhaft in andere Früchte einbauen. In vielen Fällen wird man sie jedoch selbst auf schwerem Boden bei nicht allzu später Aussaat noch sehr gut als Stoppelfrucht ansäen können. In manchen Gegenden baut man sie in kleinen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Betrieben vorteilhaft als Zwischenreihenfrucht, z. B. in Kartoffeln, zur Gründüngung an. Ob die verschiedensten Wolfsbohnen auch für schwerere und schwerste Böden *allgemeiner als Gründüngungspflanzen* in Frage kommen, das kann natürlich erst die Zukunft und die weitere Erfahrung lehren. In Gegenden mit ausreichenden Niederschlägen und guter Verteilung ist dies jedenfalls sehr wahrscheinlich, wofern man nur immer ihr starkes Kali- und Phosphorsäuredüngerbedürfnis genügend beachtet und für eine zeitige Aussaat sorgt. Als Stoppelfrucht soll man die Wolfsbohnen möglichst nur frühreifenden Früchten folgen lassen und sie sofort nach der Ernte oder schon während der Ernte der Vorfrucht auszusäen suchen. Sehr schöne Erfolge können übrigens bei richtig getroffenen Maßnahmen mit dem Anbau von Wolfsbohnen auch auf Moorböden erzielt werden, selbst auf den meisten erst urbar gemachten Moorböden. —

Auf vielen Böden sind die Wolfsbohnen (gleich dem Krallenklee und Erbsen u. a.) für eine *geringe* N-Düngung, besonders in Gestalt von schwefelsaurem Ammoniak, sehr dankbar. Größere N-Gaben sind natürlich für diese Pflanzen als N-Sammler auf den meisten Böden völlig überflüssig und würden geradezu eine Verschwendung an Geld für Dünger bedeuten. Eine gegenseitige Unverträglichkeit der Wolfsbohne mit Rotklee, von der man häufig hören kann, hat Bericht-erstatte bisher noch nicht beobachten können. Hingegen ist die — besonders die gelbe — Wolfsbohne im Gegensatz zum Krallenklee (beim häufigeren Anbau) mit sich selbst wenig verträglich. Der Boden wird leicht müde. Man kann diesen Bodenmüdigkeitserscheinungen jedoch schon weitgehend mit CS₂ (Schwefelkohlenstoff) entgegenarbeiten. Freilich sind es etwas teure Behandlungen. Besser scheint man diesen unliebsamen Erscheinungen nach den bisherigen Erfahrungen

durch eine Impfung mit guten Impfstoffen, im besonderen auch in frischen, gesunden Krallenklee-Erden oder Wolfsbohnenboden als Impfstoffen vorbeugen zu können. Ein gut durchlüfteter Boden ist in den meisten Fällen ein ausgezeichnetes Vorbeugungsmittel gegen Befall der Wolfsbohnen durch Schädlinge aller Art. Häufiger wie beim Krallenklee kann man bei der Wolfsbohne, und zwar namentlich bei der gelben Art, von einer auffallenden „Kalkfeindlichkeit“ hören. Nach unseren bisherigen Erfahrungen gibt es aber eine irgendwie auffallende „Kalkempfindlichkeit“ dieser Hülsenfrucht überhaupt nicht, jedenfalls nicht für die schwereren Bodenarten. Bei dem beschränkten Raume kann hier auf Einzelheiten dieser immerhin wichtigen Frage nicht eingegangen werden. Es mag nur erwähnt sein, daß auf Sandböden öfter andere Ursachen eine auffallende „Kalkempfindlichkeit“ vortäuschen. Bei allen Anbauversuchen sollte man u. a. eine richtige Impfung, zumal beim ersten Anbau der Wolfsbohnen, nicht unterlassen und nach einmaligem Fehlschlagen ihren weiteren Anbau noch nicht ganz aufgeben. Als besonders wichtig müssen freilich neben rein wirtschaftlichen Fragen zunächst auch immer die Wasserverhältnisse des Bodens (seine ganze Durchlüftung), ferner die Niederschläge und ihre Verteilung in den wichtigsten Monaten berücksichtigt und sorgfältig geprüft werden.

Eine weitere Verbreitung des Anbaues von Wolfsbohnen ist bei uns in Deutschland jedenfalls leicht möglich und bei ihrer mannigfaltigen Nutzung auch durchaus angebracht. Besonders für humus- und nährstoffarme Böden steht wohl ihre bodenverbessernde Eigenschaft im Vordergrund: Neben dem N-Gehalte des Bodens und ihrem Gehalt an löslichen Mineralstoffen wird durch die Wolfsbohnen (wie durch alle Leguminosen) auch die physikalische Beschaffenheit der verschiedensten Böden durchweg günstig beeinflusst. Infolgedessen bilden sie zugleich ein wertvolles Vorbeugungsmittel gegen mancherlei Krankheiten der Nachfrüchte. Über die geeignetsten Vorfrüchte, die Bodenbearbeitung, Saatzeit usw. muß auf die genannten Arbeiten verwiesen werden. Es mag nur darauf hingewiesen sein, daß bei sehr trockenem Sommerwetter oft schon in der zweiten und dritten Juliwoche viele Feldfrüchte geerntet werden und damit öfters auch noch eine zeitige Aussaat in die Stoppel selbst auf schweren Böden leicht möglich ist. Länger als Anfang August soll man aber nicht warten, wenn man noch auf größere Futter- und Gründüngermassen rechnen will.

Leider ist das Saatgut in der jetzigen Kriegszeit ziemlich teuer, so daß aus diesem Grunde mancher Landwirt und Gärtner von Stoppelsaaten absieht. Im übrigen muß auf die Beschaffenheit des Saatgutes gerade jetzt sehr geachtet werden. Prüfungen auf *Keimfähigkeit* usw. sollten stets vorgenommen werden. Ein gewisser Glanz des

Samens bürgt noch nicht für seine Frische und Herkunft von der letzten Ernte. Bei weißen Lupinen ist nach unseren Erfahrungen allerdings auch sehr alter Samen (bis zu 8 und 10 Jahren) noch sehr gut keimfähig. Auf allen Böden, die noch nicht wolfsbohnenfähig sind und im besonderen auch noch nicht Krallenklee getragen haben, muß eine geeignete Impfung mit frischer, gesunder Impferde oder mit erprobten künstlichen Impfstoffen aus guten Quellen erfolgen. Die Preise sind sehr mäßig. Genauere Anweisungen über die Ausführung der Impfung werden den bestellten Impfstoffen immer beigelegt. Ebenso wenig wie noch etwa vorhandene alte künstliche Impfstoffe soll man *natürliche Impferde* von alten Wolfsbohnenfeldern als Impfstoff verwenden. Diese sollte man immer nur solchen Feldern entnehmen, auf denen kurz vorher gut entwickelte Wolfsbohnen standen, wofür man nicht auch Krallenkleefelder hat und vorzieht, die notwendige Impferde für Wolfsbohnen von solchen Feldern zu entnehmen.

Besprechungen.

Riedler A., Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft. Berlin, Julius Springer, 1916. VIII, 249 S. Preis geh. M. 5.—, geb. M. 6.—.

Wer sich als Historiker mit *Emil Rathenau* und seinem Lebenswerk beschäftigt, wird nur schwer der Versuchung widerstehen können, ihm noch mehr zuzuschreiben, als er tatsächlich selber geschaffen hat. *Riedler* ist dieser Versuchung völlig erlegen. Von der Entwicklung des Römischen Reiches sagt *Sallust*, „die hervorragende Tüchtigkeit *weniger* hat alles zustande gebracht“ — was schließlich nichts anderes bedeutet, als daß die wenigen, die stark genug waren, sich zu Führern zu machen, den Gang der Ereignisse bestimmt haben. Der Satz ist überall richtig, wo das Zusammenwirken vieler erforderlich ist, aber ohne Führer nichts herauskommen würde. Er gilt auch für die Großindustrie und im besondern für die Elektrotechnik. Auch hier waren es nur *wenige* von hervorragender Tüchtigkeit, die für die Entwicklung entscheidend gewesen sind, aber es waren eben doch mehrere, nicht nur einer, wie es nach *Riedler* scheinen möchte. *Riedler* sagt selbst: „Auf eine Würdigung von Erstverdiensten ist hier grundsätzlich nicht eingegangen und auch nicht auf die Verdienste anderer auf gleichen oder ähnlichen Arbeitsgebieten, noch auf die Leistungen der vielen Mitarbeiter und der Vorgänger, auf die sich jedes große Werk und jeder Fortschritt aufbaut.“ Diesen Vorsatz hat *Riedler* buchstäblich befolgt. Er hat *Emil Rathenau* wie mit einem Scheinwerfer übermäßig hell beleuchtet und alles andere in tiefen Schatten gelegt. Auch eine solche Behandlung einer der Geschichte angehörenden Persönlichkeit entbehrt nicht eines gewissen Reizes, aber für den wirklichen Historiker ist sie nur als Material verwertbar; sie ist interessant, hat aber auf andere Bedeutung kaum Anspruch. Gerade die „Leistungen der vielen Mitarbeiter und Vorgänger“ würden die historische Bedeutung *Emil Rathenaus* erst in das richtige Licht setzen. Das, was er selber geschaffen hat, sowohl bei der Gestaltung der von ihm ins Leben gerufenen A. E. G., wie auch durch das Ansehen, das er seinem Lebenswerk der Welt

gegenüber zu geben gewußt hat, das ist so gewaltig, daß er darauf verzichten kann, andere durch die Historiker zu seinem Vorteil verkürzt zu sehen. „Wieviel kommt doch auch für den Allertüchtigsten darauf an, in welche Zeit hinein er geboren wird“, so steht es in *Santa Maria dell' Anima* in Rom auf dem Grabmal des dort liegenden Papstes zu lesen, eine triviale Wahrheit, für die schon die Bibel beredte Worte hat, von der *Riedler* nichts wird hören wollen, die sich aber auch an *Rathenau* erfüllt: er knüpft in der Elektrotechnik an *Werner Siemens* und an *Edison* an, so handgreiflich, daß sein Wirken geradezu als Folgeerscheinung des Wirkens dieser beiden angesehen werden kann — womit aber *Edison* und *Siemens* nicht etwa in Parallele gestellt werden sollen, die dazu viel zu verschieden voneinander sind. Das Verdienst *Rathenaus* liegt vor allem darin, die industrielle Verwertung des Starkstromes inauguriert zu haben. Aber den Anstoß dazu gab auf der Pariser Ausstellung 1881 die Bekanntschaft mit der Glühlampe — als deren Geburtsjahr *Edison* das Jahr 1879 bezeichnet hat. Für die Stromlieferung zum Betrieb der Lampe war die Dynamomaschine erforderlich, und der Urheber der damals überhaupt in Frage kommenden Maschine war *Siemens*. *Riedler* schreibt: „Die Elektrotechnik außerhalb des Fernmeldewesens war angewandte Elektrizitätslehre für wissenschaftliche Zwecke und war nach der Auffassung der gesamten Mitwelt im ganzen Bereich nur Angelegenheit von *Siemens*.“ Zu der Zeit, die *Riedler* hier im Sinne hat, konnte die Elektrotechnik gar nichts anderes sein. Die Glühlampe war noch in ihren Anfängen, die Bogenlampe für technische Zwecke noch nicht weit darüber hinaus, und ebenso die Dynamomaschine, denn die Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips durch *Siemens* war zu jener Zeit noch recht jungen Datums. An dieser Stelle setzt die Tätigkeit *Rathenaus* ein. Er fand einen Acker vor, den andere bereits umbrochen und gepflügt, zum Teil sogar bereits besät hatten. Die eigentliche Saat hat erst er ausgestreut, und er hat schließlich, so vielfältig und so reich die Ernte auch war, das geerntet, was er selber gesät und sorgsam entwickelt hatte. Immerhin darf man niemals vergessen, daß er den Samen in ein Erdreich gelegt hat, das andere urbar gemacht und andere in einen bestellbaren Acker verwandelt hatten, und daß diese anderen nicht bloße „Vorgänger“ gewesen sind. Vor *Siemens* hatte *Rathenau* einen ungeheuren Vorteil voraus: er stand auf der Höhe seiner Schaffenskraft, *Siemens* aber an der Schwelle des biblischen Alters — wenige Jahre nach der Gründung der A. E. G. starb er. *Rathenau* stand am Anfang seiner Laufbahn. Mit der ihn kennzeichnenden Energie, für die es höchstens technische Schwierigkeiten, aber keine Unmöglichkeiten gab, betrat er den Weg, auf dem er dreißig Jahre lang von Erfolg zu Erfolg fortgeschritten ist.

Wer *Riedlers* Buch liest, ohne die Entwicklung der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft zu kennen, muß auf die Vermutung kommen, daß — um bei *Sallusts* Worten zu bleiben — die hervorragende Tüchtigkeit dieses Einen alles geschaffen habe. *Riedler* betont ja, wie schon erwähnt, ausdrücklich, daß er auf die Leistungen der vielen Mitarbeiter nicht eingegangen ist. Dagegen ist im großen und ganzen auch nichts einzuwenden, denn fast alle seine Mitarbeiter hätten ebenso gut durch andere gleichwertige ersetzt werden können, aber zwei von ihnen hätte *Riedler* nicht nur erwähnen, sondern nach Verdienst würdigen müssen, weil sich für diese beiden schwerlich zwei gleichwertige hätten finden lassen und weil sie für die Entwicklung des

Lebenswerkes *Rathenaus* nicht nur bestimmend, sondern sogar entscheidend gewesen sind: *Felix Deutsch* — von Anfang an *Rathenaus* nächster Mitarbeiter und bekanntlich sein Nachfolger — als Kaufmann und Organisator und *Dolivo-Dobrowolsky* als Techniker: Daß die A. E. G. sich über die ganze Welt ausgebreitet und ihre technischen Leistungen in aller Herren Länder getragen hat, ist in erster Linie auf die sogenannten Installationsbureaus zurückzuführen, die die in ihrer näheren oder fernerer Nachbarschaft liegenden technischen Unternehmungen mit den Einrichtungen der Elektrotechnik bekannt machen sollten, um sie dazu zu veranlassen, den elektrischen Strom in ihren Betrieb einzuführen. Diese in ihren Anfängen bisweilen recht bescheidenen Niederlassungen der A. E. G. sind oft genug die Ansatzpunkte für die Entwicklung großer technischer und wirtschaftlicher Unternehmungen geworden, ja oft genug für die Gründung städtischer Elektrizitätswerke. Sie waren die Kolonien der A. E. G., aber Kolonien, die, zu welcher Größe sie auch anwuchsen, stets unter der Führung des Mutterlandes blieben. Die Gründung dieser Niederlassungen war *Deutschs* Verdienst, und zwar geschah sie zunächst nicht nur gegen den Willen, sondern fast im Kampfe gegen *Emil Rathenau*, der nur fabrizieren, aber nicht installieren wollte. In der Geschichte der Entwicklung der A. E. G. und der Elektrotechnik überhaupt spielt die Entwicklung dieser Niederlassungen eine entscheidende Rolle. *Deutsch* ist aber in *Riedlers* Buche auch nicht einmal andeutungsweise erwähnt. — *Dobrowolsky* hat es wenigstens bis auf eine Zeile der Erwähnung gebracht, und doch sollte man eine ausführliche Schilderung dessen erwarten dürfen, was seine Ausarbeitung des Drehstromsystems mit seinen Motoren und Maschinen in der Entwicklung der A. E. G. bedeutet hat. *Rathenau* ist nur durch die fortwährenden Bemühungen *Dobrowolskys* allmählich zu dem Wechselstrom bekehrt worden, und auch hier hat es manchen Kampfes bedurft; jedenfalls hat es die A. E. G. *Dobrowolsky* zu danken, daß der Wechselstrom für ihre Entwicklung das bestimmende Moment geworden ist.

Von alledem ist nun zwar bei *Riedler* nicht die Rede, trotzdem ist es ein interessantes Buch, das jeder, der sich für die Entwicklung der Großindustrie während der letzten vierzig Jahre interessiert, lesen sollte. Nur darf er nicht erwarten, eine Biographie *Rathenaus* zu finden. Das Buch enthält zwar eine Selbstbiographie, sie bricht aber schon einige Jahre vor der Gründung der Deutschen Edison-Gesellschaft ab. Es enthält auch ein Kapitel über *Rathenaus* Persönlichkeit, aber die Schilderung ist viel zu allgemein gehalten, um ein wirkliches Bild von *Rathenau* zu geben. Diese Persönlichkeit kann auch gar nicht von einem einzelnen und draußen Stehenden geschildert werden. Seine unmittelbaren Mitarbeiter, die Vorstandsmitglieder und die Fabrikdirektoren, zusammen würden es können. Sie würden vor allem über *Rathenau* als Erzieher das Beste zur Schilderung seiner Persönlichkeit sagen können. Er war ein bis zur Brutalität starker Mann, der, wie sonst nur ein großer Künstler, stets ganz und gar im Dienste seines Lebenswerkes stand, und zwar eines Werkes, das seiner Natur nach nicht dazu angetan war, zu Nachsicht und zu Milde disponierende Gefühlsqualitäten zu entwickeln. Nur von diesem Gesichtspunkte aus darf man ihn schildern. Das könnte jemand, der sein Lebenswerk mit ihm hat groß werden sehen und als daran Mitwirkender das Großwerden mit erlebt hat. *Riedler* aber hat das alles nur von außen gesehen, und deswegen gibt sein Buch zwar

einen Beitrag zu einer *Rathenau*-Biographie, aber eben nur einen Beitrag. *A. Berliner, Berlin.*

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Ägypten.

In der Sitzung vom 14. Oktober 1916 hielt Professor *G. Steindorff* (Leipzig) einen Vortrag mit Lichtbildern über Ägypten, in dem er zunächst einen kurzen Überblick über die bisherigen strategischen Operationen der türkischen Truppen gegen die englischen Streitkräfte in Ägypten gab und dann eine geographische Schilderung des Landes anschloß. Die Bevölkerung zeigt noch heute, wie in den Tagen des Altertums, ein buntes Gemisch von Nationalitäten, Völkern und Religionen. Den Grundstock aber bilden naturgemäß die landeingewohnten Ägypter, die vielfach allerdings mit anderen Völkern vermischten Nachkommen der alten Bewohner des Landes, deren Zahl über 10 Millionen beträgt, also $\frac{10}{11}$ der Gesamtbevölkerung ausmacht. Sie sind jedoch keine geschlossene, durch völkische oder religiöse Gemeinschaft verbundene Einheit. Vielmehr scheiden sie sich deutlich in drei Gruppen, die muhammedanischen Ägypter, die bei weitem in der Mehrheit sind, die christlichen Kopten und die gleichfalls muhammedanischen Nubier, die Bewohner des mittleren Niltals oberhalb der Stromschnellen von Assuan.

Die Ägypter sind größtenteils Bauern, Fellachen. Trotz der Fruchtbarkeit des Bodens ist der Betrieb der Landwirtschaft keineswegs einfach und leicht, sondern er erfordert viele und mühselige Arbeit, vor allem durch die Notwendigkeit künstlicher Bewässerung in dem regenarmen Klima. Im Juli beginnt der Nil stark anzuschwellen, und der Fluß erreicht im September seinen höchsten Stand. Nach dem Rücktritt des Wassers zerberstet der Boden durch das Trocknen in Schollen, die mittels des alttümlichen Pfluges, der von Rindern oder Kamelen gezogen wird, zerkleinert werden. Die Aussaat muß angefeuchtet werden, wobei man sich zum Heben des Wassers der seit dem Altertum gebräuchlichen Schöpfwerke oder Schwengelbrunnen bedient, deren Eimer früher aus Ziegenfellen gefertigt waren, neuerdings aber öfters aus Petroleumtins bestehen. Häufig müssen die Schöpfvorrichtungen etagenweise übereinander angelegt werden; dann verwendet man zweckmäßig Schöpfräder, eine Art von Göpelwerk, das durch Rinder oder Kamele in Bewegung gesetzt wird. Die Behausungen in den kleinen Dörfern Unterägyptens sind meist ärmlich. Mitunter bestehen sie nur aus einer einzigen, aus getrocknetem Nilschlamm erbauten Kammer, die Menschen und Vieh beherbergt und anstatt des Daches, das bei dem fehlenden Regen entbehrlich ist, mit einer Matte oder Stofflumpen zum Schutze gegen die Sonnenstrahlen bedeckt wird. In Oberägypten finden wir bessere Wohnungsverhältnisse. Man hat hier oft besondere Stallungen für das Vieh. Höchst merkwürdig und charakteristisch sind die großen, turmartigen Taubenhäuser und die pilzförmigen Getreidespeicher.

Die Kopten sind die unvermischten Nachkommen der alten Ägypter. Die auf dem Lande lebenden sind Bauern, wie die Fellachen.

Einen ganz anderen Typus jedoch repräsentieren die Nubier, auch Berberiner genannt. Sie haben ihre eigene Sprache bewahrt, doch ist die Frage nach ihrer Stammeszugehörigkeit noch nicht geklärt. Vermut-

lich handelt es sich um eine Kreuzung der Urägypter mit Negerstämmen. Wenngleich sie sich, ebenso wie die eigentlichen Ägypter, zur muhammedanischen Religion bekennen, sehen sie doch auf diese letzteren als auf eine Art Sklavenvolk herab und fühlen sich als die Überlegenen. Nur selten wird ein Nubier eine Fellachentochter heiraten. Auch sie sind Ackerbauer, aber ihre Ernten bleiben klein, vor allem wegen des Mangels an fruchtbarem Boden, der oft nur einen 20 bis 30 m breiten Streifen am Ufer des Nil darstellt. Deshalb verdingen sie sich gern als Diener aller Art bei den Europäern in den Städten. Hier findet man, besonders in Alexandrien und Kairo, ein buntes Völkergemisch, unter dem auch die verschiedensten europäischen Nationen, besonders Italiener, Franzosen, Engländer und Österreicher vertreten sind.

Von der Bauernbevölkerung sind die Beduinen streng geschieden. Als Wüstenbewohner stehen sie in größtem Gegensatz zu den ersteren, sowohl durch ihr Aussehen, als durch ihre ganze Lebensführung. Bei ihnen hat man zwei durch Abstammung und Wohnsitze völlig getrennte Gruppen zu unterscheiden: Die zwischen dem Nil und dem Roten Meer nomadisierenden afrikanischen Hamiten, die dem großen Volk der Bedscha angehören und von großer Schönheit sind, und die semitischen Beduinen im Westen des Niltals, die aus Arabien und Syrien in die libysche Wüste eingewandert sind, wo sie ihre Kamel- und Schafherden hüten. Zu ihnen gehören noch die 4000 in der Ammonsoase wohnenden Berber.

Die Gesamtzahl der Bevölkerung des Landes wurde vor 100 Jahren auf $2\frac{1}{2}$ Millionen, 1882 auf fast 7 und 1897 auf $9\frac{1}{4}$ Millionen angegeben. Jetzt beträgt sie $11\frac{1}{4}$ Millionen, nicht eben viel für ein Gebiet von einer Million Quadratkilometer. Aber diese Volksmenge sitzt nur auf dem kleinen Teil bewohnbaren Landes, das eine Fläche von 31 000 qkm einnimmt. Legt man dieses Areal zugrunde, so ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 362 Einwohnern auf den Quadratkilometer, eine Dichte, welche die dichtest besiedelten Teile Mitteleuropas (Belgien = 230, Rheinprovinz = 238, Königreich Sachsen = 300) weit übertrifft.

Wenn sich England während der letzten 50 Jahre allmählich mit einem bewundernswerten Zielbewußtsein in den Besitz Ägyptens gesetzt hat, so waren es neben der wichtigen geographischen Lage des Landes namentlich zwei unschätzbare Werte, die die Begehrlichkeit der Briten erweckten: die Baumwolle und der Suezkanal. Schon *Bismarck* hat das bezeichnende Wort geprägt: „Dem Engländer sitzt die Baumwolle viel tiefer im Leibe als sein ganzer Protestantismus.“ Nachdem die Baumwollkultur von Muhammed Ali in Ägypten wieder eingeführt war, erfuhr ihr Anbau infolge des durch den amerikanischen Bürgerkrieg eingetretenen Mangels an amerikanischer Ware eine gesteigerte Ausdehnung. Die Baumwollstaude ist eine zarte, aber durstige Pflanze, die nur dort gedeiht, wo eine regelmäßige Wasserzufuhr gewährleistet ist. Um diese zu regulieren, errichtete Muhammed Ali nördlich von Kairo eine große Talsperre, die aber trotz der großen auf sie verwendeten Summe nicht die für einen geregelten Betrieb notwendige Festigkeit erlangte. Erst unter englischer Herrschaft ist der Staudamm umgebaut worden, und außerdem wurden weiter stromaufwärts noch andere Talsperren errichtet, besonders um die Landwirtschaft Oberägyptens zu heben und die veralteten Bewässerungssysteme zu verbessern. Der

größte aller angelegten Staudämme ist jener bekannte von Assuan, der in einer Länge von fast 2 km den Fluß im Gebiete der Stromschnellen nahe der Südgrenze Ägyptens durchquert und nicht weniger als 180 Schleusen aufweist. Durch den Aufstau des Wassers sind hier zahlreiche alte Tempelbauten unter Wasser gesetzt und auch die Perlen antiker Baukunst auf der Insel Philae völlig überflutet worden.

Um seine Verbindung mit Indien zu erleichtern und den Seeverkehr nach dem Osten zu kontrollieren, hat sich England allmählich zu einem der Hauptbesitzer des Suezkanals gemacht. Aus der Entstehungsgeschichte dieser für den Welthandel so bedeutsamen künstlichen Schiffsstraßen berichtet der Vortragende interessante Einzelheiten, die beweisen, daß bei den Vorbereitungen zum Bau des Kanals Deutschland eine wichtige, vielfach nicht gewürdigte Rolle gespielt hat. Schon im 17. Jahrhundert hatte *Leibniz* dem König Ludwig XIV. die Ausführung dieses Werkes in Vorschlag gebracht. Napoleon I. nahm den Plan wieder auf, doch brachte die falsche Messung von *Lepère*, welche die Höhe des Roten Meeres als 10 m über dem Spiegel des Mittelländischen Meeres gelegen ergab, das Projekt zum Scheitern. 1846 wurde eine Studiengesellschaft gegründet, die eine französische, eine englische und eine deutsch-österreichische Gruppe umfaßte. Der letzteren gehörte ein technisches Genie allerersten Ranges, der Ingenieur *Negrelli*, an, der einen vorzüglichen Plan ausarbeitete. Der verschlagene Franzose *Ferdinand von Lesseps* aber verstand es, eine Konzession zu erwirken, die nicht seiner Auftraggeberin, der französischen Gruppe jener Studiengesellschaft, zugute kam, sondern nur auf seinen Namen ausgestellt war. Dabei erwies sich der Einfluß seiner Nichte, der Kaiserin Eugenie von Frankreich, als höchst förderlich. Er führte dann *Negrellis* Plan aus und heimste Ruhm und Gewinn ein. Entgegen den internationalen Abmachungen, nach denen der Suezkanal in Kriegs- wie in Friedenszeiten jedem Handels- oder Kriegsschiff frei und offen stehen und in seinem Gebiete kein Akt der Feindseligkeit ausgeübt werden sollte, hat England jetzt das gesamte Kanalgebiet zum Kriegsschauplatz gemacht. Die Befreiung des Suezkanals von der britischen Herrschaft muß daher als eines der wichtigsten Kriegsziele betrachtet werden.

O. B.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg:

Über den Einfluß funktioneller Verhältnisse auf organische Lähmungen.

In der X. Sitzung vom 9. November 1916 weist Herr *Gerhardt* darauf hin, daß z. B. bei Kriegsinva-

liden oft organische Lähmungen von anderen, funktionellen Störungen überlagert werden. Nach *Oppenheim* sollen diese Krankheitsbilder von der traumatischen Neurose verschieden sein. Er unterscheidet solche, bei denen gewissermaßen ein Vergessen der zur Bewegung nötigen psychischen Vorgänge eingetreten ist, zweitens „Reflexlähmungen“ und drittens Anästhesien, die sich von den hysterischen dadurch unterscheiden, daß die anästhetische Zone nur allmählich in die gesunde übergeht. Auch bei spontanen und traumatischen Rückenmarksläsionen werden allerhand Kombinationen funktioneller und organischer Lähmungen beobachtet; zwei eigene Fälle werden kurz geschildert. In anderer Weise können Lähmungen in ihrer Form und Verbreitung beeinflusst werden durch Überanstrengung gewisser Nerven und Muskelgebiete (*Edingers* Aufbrauchtheorie). Dies gilt vermutlich für die Bleilähmungen, viele Lähmungen und Paresen bei *Tabes* und anderen zentralen Nervenleiden. Oft scheint minderwertige Anlage gewisser Teile des Nervensystems begünstigend zu wirken, so daß sie bei stärkerer Inanspruchnahme versagen. Der Vortragende weist weiterhin darauf hin, wie oft Muskeln, die zwar funktionell zusammengehören, aber in Ursprung, Verlauf und Ansatz ganz verschieden sind, gemeinsam erkranken (z. B. *Serratus* und *Cucullaris*). Er beschreibt die Erkrankung der funktionell zusammengehörenden Muskeln bei muskulöser und spinaler Atrophie, das auffallende Unversehrtheitbleiben einzelner Muskeln, z. B. bei Ulnarlähmung und Bleilähmung des Radialis, die größere Neigung zum Erkranken des Peroneusgebietes gegenüber dem Tibialisgebiet. Die motorischen Lähmungen zeigen gewisse Typen. Bei den sensiblen ist eine solche Abgrenzung schwieriger. Manche lassen sich erklären durch die Lage der sensiblen Rindenfelder hinter der Zentralfurche. Ein anderer seltenerer Typus zeigt am Rumpf ringförmige, an den Gliedern längsgestellte anästhetische Felder, ähnlich denen vom sog. „Segmenttypus“. Solche Fälle sind jetzt bei Kriegsverletzungen mehrfach beobachtet worden. Für gewisse Fälle wurde von *Goldstein* eine phylogenetische Erklärung versucht. Auffallend ist endlich die Bevorzugung der distalen Teile bei vielen zerebralen, spinalen aber auch peripherischen Erkrankungen. Es scheint ein gesetzmäßiges Verhalten vorzuliegen, wonach die distalen Teile verletzlicher sind als die proximalen. Aus alledem geht hervor, daß die Art und Ausdehnung motorischer und sensibler Lähmungen bedingt ist nicht nur durch Lokalisation im Gehirn, Rückenmark und Peripherie, sondern auch durch psychische, durch individuelle und durch generelle Ursachen.

Vonwiller, Würzburg.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

3. November. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Regierungsrat Prof. Dr. A. *Nalepa* in Baden bei Wien übersendet eine vorläufige Mitteilung über „*Neue Gallmilben*“ (32. Fortsetzung). *Diptilomiopus* gen. nov. (Subfam. *Phyllocoptinae* Nal.). Keine Patella, Beine daher fünfgliedrig. Prätersus (Fiederklau) gegabelt. *D. javanicus* n. sp. Rostr. außerordentlich lang. Der Tarsus des zweiten Beinpaars trägt zwei dicke, drahtartige Borsten, der des zweiten Paares nur eine

schwächere und kürzere Borste. Einmieter in Gallen von *Hemigraphis confinis* Cogn. Semarang, Java.

Die in der Sitzung vom 26. Oktober l. J. (siehe Anzeiger Nr. 21, Seite 273) vorgelegte Abhandlung aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien hat folgenden Inhalt: „*Körpertemperatur als Geschlechtsmerkmal*“ von Dr. med. *Alexander Lipschütz*, Privatdozent der Physiologie an der Universität Bern (*Mitteilung Nr. 22 aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien [Physiologische Abteilung. Vorstand: E. Steinach]*). Als siche-

res Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen — Temperaturmessungen an normalen und kastrierten Tieren, feminisierten Männchen und einem maskulierten Weibchen — ist zu betrachten, daß die Körpertemperatur des weiblichen und männlichen Geschlechts verschieden ist und daß dieser Unterschied zwischen den Geschlechtern jedenfalls auf einer geschlechtsspezifischen Wirkung der weiblichen Pubertätsdrüse beruht. Unentschieden ist es noch, ob die niedrigere Körpertemperatur des männlichen Geschlechts durch die männliche Pubertätsdrüse mitbedingt ist.

9. November. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. Hofrat J. v. Hann übersendet eine Abhandlung von Prof. Dr. V. Conrad mit dem Titel: „Beiträge zu einer Klimatographie von Serbien.“

Das w. M. R. Wegscheider legt zwei Arbeiten aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor:

1. „Über das weinschwefelsaure Weinöl; eine kinetische Studie“ von R. Kremann. Das weinschwefelsaure Weinöl besteht zu 95 % aus Diäthylsulfat und 5 % Alkylenen. Seine Verseifungskonstanten steigen aber von einem halb so großen Wert als der Verseifung von reinem Diäthylsulfat entspricht, im Laufe der Reaktion stark an und erreichen schließlich den Wert, der der Verseifung reinen Diäthylsulfats entspricht. Zur Erklärung werden Verbindungen von Diäthylsulfat mit den Alkylenen angenommen.

2. „Zur Kinetik der Furfurolbildung aus Pentosen (Arabinose)“ von R. Kremann und H. Klein. Die aus 0,35 molarer wässriger Arabinoselösung in 3,13 norm. H_2SO_4 , beziehungsweise 2,9 norm. HCl, zu verschiedenen Zeiten unter ganz gleichen Umständen bei 95° gebildeten Furfurolmengen lassen sich in zwei strenge voneinander getrennten Kurven einordnen, von denen die eine dem Typus autokatalytischer Vorgänge entspricht und zu praktisch vollständigem Umsatz führt, die andere aber nur zu etwa einem Drittel des theoretischen Endumsatzes zu führen scheint.

Dr. Raimund Nimführ in Wien legt eine Abhandlung vor mit dem Titel: „Über den Schwefel (Segel)flug der Vögel.“

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. (Stiftung Heinrich Lanz.)

4. November. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Zur Veröffentlichung in den Sitzungsberichten werden vorgelegt:

1. Von Herrn Th. Curtius eine Arbeit der Herren A. Trautz und B. Berncis (Heidelberg): „Messungen der spezifischen Wärme von CO_2 , Cl_2 und SO_2 .“ Die spezifische Wärme von CO_2 , Cl_2 und SO_2 wurde mit der Durchströmungsmethode zwischen 20° und 125° gemessen, unter Anwendung von Vakuumgefäßen und mit Vakuumrohr-Zwischenstück. Die Ergebnisse beweisen, daß die Methode mit den Zahlen anderer Forscher übereinstimmende Werte liefert. Es wird gezeigt, daß sie höher liegen, als die aus der Schallgeschwindigkeit folgenden Zahlen und daß dieser Unterschied die zufälligen Fehler übersteigt. Ferner, daß die Unsicherheit der Reduktion auf idealen

Gaszustand gleichfalls die Größe der zufälligen Messungsfehler übertrifft. Endlich, daß die wahren Molarwärmen für die Moleküle CO_2 , Cl_2 und SO_2 , wie für andere unvollkommene Gase, sich wegen der Unsicherheit über ihren Gehalt an assoziierten Molekülen nicht genau angeben ließen, auch wenn die zwei erstgenannten Unsicherheiten beseitigt wären. Die genäherte Übereinstimmung der erhaltenen Zahlen mit der Additivität von $C_v - 3/2 R$ wird festgestellt. Die Abweichungen von ihr sind von ähnlicher Größenordnung wie die Unterschiede zwischen den aus der Durchströmungsmethode und den aus den Schallgeschwindigkeiten abgeleiteten spezifischen Wärmen. Es wird gezeigt, wie sich eine bloß genäherte Gültigkeit des Additivitätsgesetzes von $C_v - 3/2 R$ begreifen läßt, auf Grund einfacher theoretischer Vorstellungen, und daß man trotzdem bei Gleichgewichten und Reaktionsgeschwindigkeiten mit seiner genauen Gültigkeit ausreichend genau rechnen kann. Eine Entscheidung über seine genaue oder genäherte Gültigkeit kann noch immer nicht getroffen werden. In beiden Fällen paßt es zu der früher entwickelten Vorstellung der thermischen Atom-Isomeren.

2. Eine Arbeit von Herrn P. Stäckel (Heidelberg): „Die Darstellung der geraden Zahlen als Summen von zwei Primzahlen.“ Zuerst vom Verfasser und dann von anderen Mathematikern waren Näherungsformeln für die Anzahl der Darstellungen der geraden Zahlen als Summen von zwei Primzahlen aufgestellt worden, die jedoch nur eine unvollkommene Annäherung an die wahren Werte lieferten. In der vorliegenden Abhandlung wird eine neue Näherungsformel entwickelt, die, wie die numerische Prüfung bei den geraden Zahlen des Bereichs von 4000 bis 4998 zeigt, sich dem wirklichen Verlauf eng anschließt.

3. Von Herrn P. Stäckel eine Arbeit des Herrn O. Perron (Heidelberg): „Über das Verhalten der hypergeometrischen Reihe bei unbegrenztem Wachstum eines oder mehrerer Parameter.“ 1. Teil. Der Verfasser betrachtet die zu untersuchenden hypergeometrischen Reihen mit dem vierten Argument x als Koeffizienten einer Potenzreihe mit dem Argument z , die ihrerseits eine hypergeometrische Funktion ist, deren viertes Argument in einfacher Weise von x und z abhängt. Ihre singulären Stellen, sowie ihre Form an den singulären Stellen sind demnach aus der allgemeinen Theorie der hypergeometrischen Reihe bekannt, und daraus läßt sich das infinitäre Verhalten der Koeffizienten erschließen.

4. Eine Arbeit des Herrn E. A. Wülfing (Heidelberg): „Die Häufungsmethode.“ Die vom Verfasser erfundene Methode der gehäuften Beobachtungswerte hat sich für Kristallmessungen als besonders geeignet erwiesen. Sie wurde vor einem Jahr in den Sitzungsberichten unserer Akademie gelegentlich einer Feldspatuntersuchung kurz erörtert und besteht darin: bei der Bildung von Mittelwerten aus vielen Einzelbeobachtungen letztere dann zu streichen, wenn sie aus dem „Häufen“ der übrigen herausfallen. Diese Methode erfährt nun eine nähere Beschreibung und wird auch durch ein neues graphisches Verfahren weiter ausgebaut. Dadurch gelingt es, die beim Abstreichen extremer Werte nicht immer zu vermeidende Willkür auf ein Minimum zu beschränken. Auch erlaubt diese Häufungsmethode, manche Flächen in ihrer uns sonst verborgen bleibenden falschen Lage zu erkennen.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen.)

Annalen der Physik; Heft 16, 1916.

Nordlichtuntersuchungen. Über die physikalische Natur der kosmischen Strahlen, die das Nordlicht hervorrufen; von L. Vegard. Die wichtigsten Wege zur Lösung der Strahlenfrage werden angegeben

und diskutiert. Es wird unter anderem nachgewiesen, daß starke Nordlichter nur verhältnismäßig geringe magnetische Wirkungen haben, und ein Vergleich mit gleichzeitigen Perturbationen wird kaum das Zeichnen der Strahlenladung bestimmen können. Dagegen können Höhenbestimmungen mit der Lage der Nord-

lichtzone durch Kathodenstrahlen nicht in Einklang gebracht werden, während α -Strahlen die beste Übereinstimmung geben. Auch eine Berechnung der Lichtverteilung gibt für α -Strahlen, aber nicht für Kathodenstrahlen eine Erklärung der beobachteten Formen. Die früher vom Verfasser auf Grund der α -Strahlenhypothese vorausgesagten homogenen Strahlengruppen sind durch die Höhenbestimmungen nachgewiesen und führen zu wichtigen Schlüssen über die Konstitution der Sonne.

Bohr - Helium - Linien; von F. Paschen. Die von Fowler entdeckten und nach Bohr dem Helium angehörigen Linien werden im Innern einer kastenförmigen Kathode mit Gleichstrom resp. Funkenentladung lichtstark erzeugt und mit großem Konkavgitter analysiert und genau gemessen. Bohrs allgemeine Theorie einschließlich seiner Relativitätskorrektur und Sommerfelds Theorie der Feinstrukturen sind gültig mit den Werten der Konstanten: $e = 4,77 \times 10^{10}$, $h = 6,57 \times 10^{-27}$, Rydbergkonstante $N_{\infty} = 109\,737,22$, $e/\mu = 1,764 \times 10^{-7}$. (Die beiden letzten Werte sind aus den Messungen an Helium- und Wasserstofflinien spektroskopisch bestimmt.)

Untersuchungen über den Schalldruck; von F. Küstner. Die Arbeit des fallenen Verfassers, die von mir auf seinen Wunsch bearbeitet wurde, gibt eine neue Ableitung für den Schalldruck, dessen Entstehung klargelegt wird; gleichzeitig wird, nach einer Idee von Waetzmann, ein Zusammenhang mit den Kombinations-tönen festgestellt, wobei der Waetzmansche Gedanke erst eine klare Fassung bzw. Korrektur erhält.

Über Einsteins Äquivalenzhypothese und die Gravitation; von F. Kottler. Auf Grundlage der Einsteinschen Äquivalenzhypothese für das homogene Schwerfeld in ihrer ursprünglichen Form vom Jahre 1911 wird eine Verallgemeinerung für das Feld eines Massenpunktes gegeben. Zum Unterschied von der neueren Einsteinschen Theorie hat hier die Gravitation keinen dynamischen, sondern einen kinematischen Charakter; sie ist einfach eine Abweichung vom Galileischen Trägheitsgesetz in der Umgebung des Massenpunktes, dieser hinwieder ein Unstetigkeitspol des Lichtgeschwindigkeitsfeldes, das durch eine einzige Differentialgleichung bestimmt wird.

Annalen der Physik; Heft 17, 1916.

Zur Quantentheorie der Spektrallinien. Teil I. Allgemeines und Theorie der Balmerischen Serie. Teil II. Die Feinstruktur der wasserstoffähnlichen Linien. Teil III. Röntgenspektren; von A. Sommerfeld. Aus der Schärfe der Spektrallinien schließt man, daß die Vorgänge im Atom, auf denen die Emission der Spektrallinien beruht, eine diskrete Reihe bilden müssen, daß der Phasenraum des stationären Geschehens kein Kontinuum, sondern ein Netzwerk sei. Experimentelle Bestätigungen der Theorie durch Paschen (sichtbare Spektren) und Siegbahn (Röntgenspektren).

Interferometrische Wellenlängenbestimmungen im roten Spektralbezirk; von K. W. Meißner.

Zur Kritik und Geschichte der neueren Gravitationstheorien; von E. Gehrcke. 1. Der von Einstein aufgestellte Satz, daß der „erkenntnistheoretische Mangel“ der klassischen Mechanik durch die Annahme einer außerhalb der Systemmassen liegenden „Sache“ zu beheben sei, wurde von Gehrcke vorweggenommen. 2. Ein allgemeines Relativitätsprinzip für ponderable Körper und eine Äquivalenzhypothese sind physikalisch undurchführbar. 3. Die von Einstein aufgestellte Formel für die Perihelbewegung des Merkur und der Vergleich derselben mit den Beobachtungen wurde von Gerber schon vor 18 Jahren vorweggenommen.

Annalen der Physik; Heft 18, 1916.

Zur Quantentheorie; von Paul S. Epstein. Die Quantenregeln, welche K. Schwarzschild (Berl. Ber. S. 548, 1916) für bedingt periodische Bewegungen aufstellt, werden mit den vom Verfasser gegebenen (Ann.

d. Phys. 50, S. 489, 1916) verglichen. Es zeigt sich, daß im allgemeinen Übereinstimmung herrscht und nur für Sonderfälle (entartete Systeme) eine Verschiedenheit der Auffassungen besteht. Zum Schluß wird gezeigt, wie man diese Regeln auch auf Systeme, in denen die Kräfte kein Potential besitzen, übertragen kann.

Über die elektrische Leitfähigkeit von Metallen; von F. v. Hauer. Es wird eine Darstellung der elektrischen Leitfähigkeit der Metalle und einiger damit zusammenhängender Erscheinungen gegeben. Zunächst wird gezeigt, daß der beim Schmelzen auftretende Sprung der Leitfähigkeit durch Darstellung als Funktion der Energie verschwindet, und daraus Folgerungen für die Leitfähigkeitsformel gezogen. Dann wird aus der Annahme eines Dissoziationsgleichgewichtes (aber abweichend von Königsberger) die Elektronenkonzentration berechnet und eine Formel für die Elektronenemission heißer Metalle gefunden, die mit den Beobachtungen besser stimmt als die von Richardson. Durch Annahme der Elektronengeschwindigkeit nach Herzfeld und der freien Weglänge nach Wien ergibt sich eine befriedigende Formel für die Leitfähigkeit, die auch mit den anderen hierher gehörigen Erscheinungen nicht in Widerspruch steht.

Der Träger der Haupt- und Nebenserien der Alkalien, alkalischen Erden und des Heliums; von J. Stark. 1. Fragestellung, Begriff des optisch freien positiven Atomions. 2. Fehlen der Absorption in Helium. Der Träger der Haupt- und Nebenserien ist nicht das neutrale Atom. 3. Der Träger der Haupt- und Nebenserien in den Kanal- und Anodenstrahlen ist das elektrisch freie positive Atomion. 4. Der Zustand des Trägers der Haupt- und Nebenserien der Alkalien in der Flamme und in Dämpfen mäßiger Temperatur.

Annalen der Physik; Heft 19, 1916.

Über eine Methode zur Berechnung der Entropie von Systemen elastisch gekoppelter Massenpunkte; von Otto Stern.

Zur Statistik des Bohrschen Wasserstoffatommodells; von Karl F. Herzfeld. Es wird die relative Wahrscheinlichkeit der verschiedenen beim Bohrschen Wasserstoffatom möglichen Elektronenbahnen berechnet, wobei sich die Wirkung der Nachbarteilchen als wesentlich erweist. Hierauf folgt die Besprechung der spezifischen Wärme der Elektronenbewegung im Atom, die von Null ansteigend durch ein Maximum wieder zu Null geht, deren nicht verschwindende Werte aber bei sehr hohen Temperaturen liegen. Zum Schluß führen die Formeln zur Berechnung der Dissoziation des Atoms im Elektron und Ion. Das Hauptresultat der Arbeit ist hierbei der Nachweis, daß Elektronen die gleiche chemische Konstante haben wie ein gewöhnliches Gas vom selben Atomgewicht (bis auf einen Faktor 3).

Die Anwendung der Quantentheorie auf rotierende Gebilde und die Theorie des Paramagnetismus; von Jan v. Weyssenhoff. Um quantentheoretische Ausdrücke für die rotatorisch spezifische Wärme und die paramagnetische Suszeptibilität zu erhalten, wird die Rechnungsweise der „zweiten“ Quantentheorie (Wahrscheinlichkeitsbestimmung mit Hilfe endlicher Elementargebiete gleicher Wahrscheinlichkeit) auf Dipole angewendet, die um feste, parallele Achsen rotieren und unter der Einwirkung eines äußeren Richtungsfeldes stehen. Die Begrenzungen der Elementargebiete werden mittels der Annahme bestimmt, daß die Summe der kinetischen und der potentiellen Energie jedes einzelnen „magnetischen Moleküls“ auf diesen Begrenzungskurven konstant bleibt. Die erhaltenen Formeln lassen sich vielen experimentellen Ergebnissen gut anpassen.

Adiabatische Invarianten und Quantentheorie; von P. Ehrenfest. Es wird die Hypothese (Adiabatenhypothese) aufgestellt: Quantentheoretisch „erlaubte“ Bewegungen eines Moleküls (oder Resonators) gehen

bei adiabatisch reversibler Beeinflussung der Bewegung stets wieder in „erlaubte“ Bewegungen über. — Die Quantenansätze von Planck, Debye, Bohr, Sommerfeld u. a. genügen dieser Hypothese: sie „erlauben“ allein diejenigen Bewegungen, für welche gewisse adiabatische Invarianten gleich ganzen Vielfachen von h sind.

Annalen der Physik; Heft 20, 1916.

Die Störung der Struktur homogener, tropfbar-flüssiger Kristalle durch Verdrehung; von O. Lehmann. Beim Erhitzen einer zwischen zwei Glasplatten zu einem homogenen Kristall erstarrten Schicht von Paraoxyphenetol über 134° bildet sich eine homogene flüssig-kristallinische Schicht, weil die Moleküle derselben in gesetzmäßiger Orientierung gegen die der festen Kristalle auftreten und, soweit sie dem Glase anliegen, in dieser Stellung von demselben festgehalten, fixiert werden, so daß auch die übrigen Moleküle gleiche Richtung annehmen. Beim Verdrehen der oberen Glasplatte gegen die untere zeigen sich dieselben Erscheinungen, wie beim Verdrehen von Glimmerplatten übereinander. Für zwei zueinander senkrechte Azimute des einfallenden Lichtes ist das austretende linear und die Polarisationssebene um den Drillungswinkel gedreht.

Zur Optik der Reflexion von Röntgenstrahlen an Kristallspaltflächen. I.; von H. Seemann. Zwei neue Anordnungen, bei denen wendeltreppenartig aufeinander geschichtete Kristallplatten gleichzeitig mehrere Spektralbereiche stufenförmig entwerfen, sowie eine Anordnung des Kristalls zwischen Strahlenquelle und Spalt werden beschrieben. Die Fehlerquellen der Bragg'schen fokussierenden Drehmethode werden berechnet und illustriert. Besonders wird auf den Einfluß allgemeiner einseitiger Krümmung oder Knickung der Kristallflächen hingewiesen, der sich in einseitiger Versetzung der Spektrallinien schon bei geringen Krümmungen bemerkbar macht und auch bei Berechnung des Reflexionswinkels aus zwei Ordnungen nicht immer unschädlich wird.

Der Temperaturkoeffizient der elektrischen Doppelbrechung in Flüssigkeiten; von C. Bergholm. Der Temperaturkoeffizient der elektrischen Doppelbrechung ist experimentell in Schwefelkohlenstoff (0° – 40°), Metaxylol (0° – 48°) und Brombenzol (0° – $48,6^{\circ}$) bestimmt worden. Die experimentellen Ergebnisse stimmen mit Langevin's Orientierungstheorie überein.

Die Albedo des Luftplanktons; von Leonhard Weber. Neben der herkömmlichen „ebenen“ Beleuchtungsstärke wird eine „räumliche“ eingeführt. Die herkömmliche Albedo eines ebenen inhomogen diffundierenden Schirmes wird an bestimmte Richtung geknüpft und von dem Reflexionskoeffizienten des gesamten Lichtes unterschieden. Es wird eine „räumliche“ Albedo eingeführt und mit ihrer Hilfe eine „Haufen- oder Luftplanktonalbedo“ sowie ein Messungsverfahren der letzteren mittelst des Relativphotometers.

Molekulare Präzessionsschwingungen und spezifische Wärme; von F. Krüger.

Physikalische Zeitschrift; Heft 17, 1916.

Die Änderung der Luftzusammensetzung mit der Höhe; von Albert Wigand. Durch Analyse von Luftproben, die bei Freiballonfahrten in Höhen zwischen 1500 und 9000 m gesammelt wurden, ergab sich mit wachsender Höhe in der Zusammensetzung der Luft eine Abnahme des Gehalts von CO_2 und eine Zunahme der Mengen von Na, He und H_2 . Eine vollständige Einstellung des Diffusionsgleichgewichts nach dem Dalton'schen Gesetze unter dem Einfluß der Schwere findet zwar in 9000 m Höhe noch nicht statt; jedoch kommen bereits in der Troposphäre merkliche Ab-

weichungen von der gleichmäßigen vertikalen Durchmischung vor.

Über die tägliche Periode der mikroseismischen Bewegung; von O. Meißner. Die nur in der kalten Jahreszeit merkliche kurzperiodische mikroseismische Bewegung besitzt, wie an 5-jährigen Grazer Beobachtungen erläutert wird, eine bisher wenig beachtete tägliche Periode, die möglicherweise mit der am Tage infolge der Konvektionsströmungen unruhigeren Struktur des Windes in Zusammenhang steht. Als primäre Ursache der mikroseismischen Bewegung nimmt Verfasser, ebenso wie Somville, der unabhängig von ihm und auf Grund anderen Materials zum gleichen Ergebnis gelangt ist, Luftdruckdifferenzen an; die Meeresbrandung hat nur, weil von gleicher Ursache bewirkt, einen zur mikroseismischen Bewegung annähernd parallelen Gang, ruft sie aber nicht hervor.

Physikalische Zeitschrift; Heft 19, 1916.

Zur Frage der zeitlichen Veränderung der Oberflächenspannung; von A. Pockels. Durch einen Versuch wird gezeigt, daß an einer alternierenden Wasseroberfläche keine Adsorption von atmosphärischer Luft stattfindet, durch welche die Oberflächenspannung merklich erniedrigt wird, da sonst, ebenso wie unter Benzoldampf, die Oberflächenspannung anomal sein müßte. Derselbe Einwand wird gegen die Gibbs'sche Theorie der Oberflächenkonzentration von Lösungen erhoben.

Perihelbewegung des Merkur und die allgemeine Mechanik; von Emil Wiechert.

Beiträge zur Einsteinschen Gravitationstheorie; von L. Flamm. Es läßt sich aus den Formeln K. Schwarzschild's folgern, daß im Gravitationsfeld einer Zentralmasse in jeder Symmetrieebene dieselbe Geometrie herrscht wie auf einem Rotationsparaboloid, erzeugt durch Umdrehung einer Parabel um ihre Leitlinie. Im Innern einer Kugel aus inkompressibler Flüssigkeit ist für jede zentrale Schnittebene die Geometrie dieselbe wie auf einer Kugelschale. Die Ablenkung der Lichtstrahlen im Gravitationsfelde läßt sich wie bei den Planeten als Perihelbewegung auffassen. Bei der Ausmessung von Raum und Zeit mit elementaren „Tascheninstrumenten“ behält die vom „speziellen Relativitätsprinzip“ her bekannte Konstanz die Lichtgeschwindigkeit auch für das „allgemeine Relativitätsprinzip“ der Einsteinschen Gravitationstheorie ihre Gültigkeit.

Zwei kleine Mitteilungen zu den Vorlesungen über Spektralanalyse; von F. Emich. 1. Zur Sichtbarmachung der Protuberanzen bringt man eine Sodaperle in den Rand einer Kerzen- oder leuchtenden Gasflamme und betrachtet ihn durch ein (geradsichtiges) Prisma ohne Spalt. 2. Glüherscheinungen an stark absorbierenden Gasen, z. B. Brom- oder Joddampf, können in gefahrloser Weise mittels kleiner, zugeschmolzener Quarzröhrchen gezeigt werden.

Geographische Zeitschrift; Heft 8, August 1916.

Der südarabische Kriegsschauplatz; von W. Schmidt. Nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick über die Erwerbung Perims und Adens durch die Engländer und den politischen Streit um Schech Saïd werden die kriegerischen Vorgänge vor Aden, soweit sie bis zum März 1916 bekannt waren, in ihrer Abhängigkeit vom Aufbau und von der Oberflächengestaltung des Bodens und vom Klima geschildert. Der Kampf ist vor den Toren Adens zum Stehen gekommen und wird kaum weiter an die Befestigungsanlagen der Stadt herangetragen werden können. Die Straße von Bab el Maudeb mit der sie sperrenden Insel Perim ist gleichfalls zum Schauplatz türkisch-englischer Kämpfe geworden, die die hohe strategische Bedeutung dieses südlichen Ausgangs aus dem Roten Meer erkennen lassen.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED

1916

Heft 49.

8. Dezember 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Nachweis der magnetischen Wirkung der Verschiebungsströme in ruhenden Dielektrics. Zur Erinnerung an Eduard Koch. Von *Geh. Rat Prof. Dr. F. Richarz, Marburg*. S. 741.

Neuere Forschungen über die Vorgänge im Innern der Erde. Von *Dr. Karl L. Henning, Denver*. S. 743.

Die ersten fünfzig Jahre des Handbuchs der physiologischen Optik. Von *Prof. Dr. M. von Rohr, Jena*. S. 746.

Besprechungen:

Abel, O., Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten. Von *H. Joseph*. S. 747.

Tschermak, A. von, Allgemeine Physiologie. Von *Leon Asher*. S. 749.

Kleine Mitteilungen:

Zur Psychologie des Rauchens. Nerven. Verpflanzung von Hautstücken. Empfindlichkeit eines Süßwasserfisches. S. 751—753.

Akademieberichte:

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. S. 754.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 20. S. 754.

Meteorologische Zeitschrift, 1916, H. 9. S. 754.

Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt, 1916, Jg. 34, H. 1. S. 755.

Zoologischer Anzeiger, 1916, Bd. 47, H. 12 u. 13. Bd. 48, H. 1, 2 u. 3. S. 755.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1917

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVIII. Jahrgang

In zwei Bänden

I. und II. Teil in Leinwand gebunden Preis Mark 4.80

I. Teil in Kunstleder, II. Teil in Leinwand gebunden Preis Mark 5.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 69, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Verluste im Dielektrikum

Von

Dr.-Ing. Max Grünberg

Mit 23 Textfiguren. — Preis M. 1.60

Vor kurzem erschien:

Angewandte Elektrizitätslehre

Ein Leitfaden für das elektrische und elektrotechnische Praktikum

Von

Professor Dr. Paul Eversheim,

Privatdozent für angewandte Physik an der Universität Bonn

Mit 215 Textfiguren

Preis M. 8.—; in Leinwand gebunden M. 9.—

Vor kurzem erschien:

Darstellung und Begründung einiger neuerer Ergebnisse der Funktionentheorie

Von

Dr. Edmund Landau,

o. ö. Professor der Mathematik an der Universität Göttingen

Mit 11 Textfiguren

Preis M. 4.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

8. Dezember 1916.

Heft 49.

Nachweis der magnetischen Wirkung der Verschiebungsströme in ruhenden Dielektriciis.

Zur Erinnerung an Eduard Koch.

Von Geh. Rat Prof. Dr. F. Richarz,

Direktor des Physikal. Inst. d. Univers. Marburg.

An einer tückischen Krankheit, die er sich im Felde zugezogen hatte, starb am 12. November 1915 zu Cassel den Tod fürs Vaterland der Kriegsfreiwillige Herr Dr. phil. *Eduard Koch*, Oberlehrer an der Oberrealschule zu Homberg am Niederrhein.

Eigene militärische Tätigkeit neben meiner Berufsarbeit hat mich bisher verhindert, der Erinnerung an meinen lieben, braven Schüler die folgenden Worte zu widmen. Sein offener, sachlicher Charakter gewann ihm auf der Hochschule die Zuneigung seiner Lehrer. Selbst Lehrer geworden, war er es mit Leib und Seele. Nichts machte ihm mehr Freude als das Unterrichten. Ihm lag als Sohn des Oberlehrers Herrn Prof. Dr. phil. *Sigmund Koch* der Lehrerberuf im Blute. Das Casseler Realgymnasium mit dem Zeugnis der Reife verlassend, studierte er Mathematik, Chemie und Physik zu Marburg, Göttingen und München. Als er sich im Jahre 1908 an mich wegen einer Frage für eine Doktorarbeit wandte, stellte ich ihm das in der Überschrift genannte Thema. Nachdem er auf Grund seiner erfolgreichen Bearbeitung desselben 1910 promoviert und Staatsexamen gemacht hatte, nahm ich doch davon Abstand, ihn zur Abfassung eines Auszuges für eine wissenschaftliche Zeitschrift zu veranlassen. Denn seine Arbeit gehörte zu denjenigen durchaus erfreulichen, welche zwar selbst ein befriedigendes Resultat liefern, aber auch den Hinweis, wie dies weiterhin zu verfolgen und zu vervollständigen ist. Die Doktoranden, denen ich später diese Aufgabe stellte, sind vor deren Erledigung ebenfalls ins Feld gezogen. Da also das Zurückgreifen auf Eduard Kochs Arbeit sich unabsehbar hinauschiebt, betrachte ich es als eine Ehrenpflicht, jetzt mit einigen Worten unter Anlehnung an die Dissertation auf ihre allgemeine Bedeutung hinzuweisen.

Eine der wichtigsten Folgerungen der Maxwell'schen Theorie ist die, daß der Sitz der elektrischen und magnetischen Energie nicht nur in den elektrisch geladenen und magnetisierten Körpern, sondern vor allem auch in dem die Körper umgebenden Raume, dem Felde, zu suchen sei. Im Zusammenhang damit steht die Annahme, daß es nicht nur Ströme in metallischen Leitern gibt,

sondern daß auch im Isolator eine Verschiebung der Elektrizität stattfindet, die einen nicht geschlossenen Leiterstrom zu einer geschlossenen Strömung ergänzt.

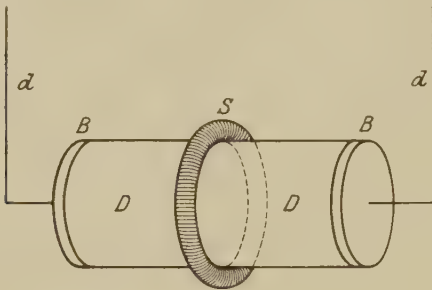
Über die Entstehung der Verschiebungsströme hat man sich folgende Ansicht gebildet: Das Dielektrikum wird unter dem Einflusse eines elektrischen Feldes polarisiert, d. h. die in jeder Molekel desselben in gleichgroßer Zahl enthaltenen Elementarquanten positiver und negativer Elektrizität, die im gewöhnlichen Zustande regellos gerichtet sind, werden unter dem Einflusse des elektrischen Feldes auseinandergezogen, und die positiven in der Richtung des Feldes, die negativen in entgegengesetzter Richtung des Feldes so weit verschoben, bis die Größe der sie in ihre Lage stabilen Gleichgewichtes zurückziehenden quasi-elastischen Kraft gleich der Größe der wirkenden Feldstärke multipliziert mit der Ladung geworden ist. Bei diesem Prozesse verschiebt sich durch jeden Querschnitt des Dielektrikums eine gewisse Elektrizitätsmenge, durch welche ein Teil der Stromstärke gegeben ist. Außer den ponderablen Molekeln befindet sich aber noch der alles durchdringende Äther zwischen ihnen; auch dieser wird polarisiert (jedoch ist uns die Art der Zustandsänderung, die er dabei erleidet, unbekannt, da wir im Äther keine ponderable Materie annehmen können) und liefert einen Beitrag zu der dielektrischen Strömung. Diese dauert jedoch nur so lange, bis die Trennung bzw. Richtung der Ladungen in den Molekeln sich vollzogen hat. Für diese Verschiebungsströme müssen dieselben Gesetze gelten wie für die Leitungsströme, insbesondere muß auch die Stärke der durch sie erzeugten magnetischen Felder dieselbe sein wie diejenige von Leitungsströmen gleichen numerischen Betrages.

Mit der Richtigkeit bzw. Unrichtigkeit dieser Annahme steht oder fällt die ganze Theorie, und es ist daher nicht zu verwundern, daß die experimentelle Bestätigung obiger Folgerung bald nach deren Bekanntwerden versucht wurde. Magnetische Felder sind entweder dadurch nachweisbar, daß sie direkt ponderomotorisch auf andere Magnete einwirken oder, vorausgesetzt, daß sie sich zeitlich oder räumlich ändern, in einem benachbarten Stromkreise elektrische Ströme induzieren.

Bei älteren Versuchen wurden die Verschiebungsströme dadurch erzeugt, daß man ein Dielektrikum sich in einem elektrischen Felde bewegen ließ. Man kann aber auch die magnetischen Wirkungen der dielektrischen Verschie-

bungsströme auf einem prinzipiell anderen Wege nachweisen, der eine völlig reine Wirkung ergibt, indem man nämlich an ein ruhendes Dielektrikum ein elektrisches Wechselfeld anlegt. Die dadurch im Dielektrikum hervorgerufenen, ihre Richtung ändernden Verschiebungsströme müssen sich durch ihre Induktionswirkungen nachweisen lassen.

Bei Durchsicht der Literatur fand *Eduard Koch*, daß auch der Ansatz zu solchen Versuchen bereits gemacht war, zuerst von *S. P. Thompson*, dann von *Whitehead* (1905), dessen Versuchsanordnung im Prinzip folgende war: Die mit einer gewöhnlichen Wechselstrommaschine erzeugten Wechselströme werden mittels der Drähte *d* nach den kreisförmigen Elektrodenplatten *B* geleitet (siehe Figur). Den Raum zwischen den



Platten füllt ein zylindrisches Dielektrikum *D* aus. Durch die Einwirkung des Wechselstromes entstehen Verschiebungsströme von wechselnder Richtung in dem Dielektrikum, sie erzeugen um sich herum ein magnetisches Wechselfeld von kreisförmigen Kraftlinien, welches in einer das Dielektrikum umschlingenden Spirale *S* Induktionsströme erregte, die mit einem Rubensschen Vibrationsgalvanometer gemessen wurden.

Whitehead versucht nun zu zeigen, daß der magnetische Effekt dieser Verschiebungsströme derselbe sei wie der magnetische Effekt eines gewöhnlichen Leitungstromes von gleicher Intensität. Er berechnet daher unter einigen vereinfachenden Annahmen die mittlere induzierte Stromstärke, welche das Galvanometer durchfließt, zu 3,42 Mikroamp. Es ergab sich, daß die beobachteten Werte mit den berechneten der Größenordnung nach übereinstimmen, im Mittel erhielt er eine Stromstärke von 5,2 Mikroamp.

Whitehead verglich auch zwei Dielektrika, nämlich Luft und Paraffin. Die Theorie erfordert dann, daß die Stromstärken in dem Solenoid in demselben Verhältnis zueinander stehen, wie die Dielektrizitätskonstanten der untersuchten Mittel. Diese Folgerung der Theorie bestätigte sich jedoch nicht.

Das Verhältnis der Stromstärken, das übrigens stark schwankte, ergab sich zu 1,37, während Paraffin die Dielektrizitätskonstante 2 hat. Eine wiederholte Bearbeitung der Frage war also keineswegs überflüssig.

Die geometrische Konfiguration, die ich

Eduard Koch vorgeschlagen hatte, war grundsätzlich dieselbe, wie er sie nachher bei *Whitehead* fand. Im einzelnen aber hatte ich für die Versuche ihm erheblich andere Vorschläge gemacht, die auch zum Ziele führten. Ich hatte zunächst verhältnismäßig kleine Dimensionen, aber die Verwendung der hochgespannten Hochfrequenzströme eines Teslatransformators in Aussicht genommen, was sich bewährte. Der Eisenkern der Spule *S* mußte allerdings dann weggelassen, da sein Magnetismus so schnellen Wechseln nicht gefolgt wäre. Den Teslatransformator ließ *Eduard Koch* sich eigens herstellen, abstimmbare in Resonanz mit einer in weiten Grenzen variierbaren Frequenz. Alle Maßregeln zur Vermeidung von Störungen waren getroffen, worauf wie gewöhnlich der größte Aufwand an Zeit und Mühe zu verwenden war.

In einer ersten Reihe von vorläufigen, lediglich qualitativen Versuchen wurden die Enden der Spule *S* einfach mit einem Telephon verbunden. Es ergaben sich beim Wechsel des Dielektrikums *D*:

Verschiebungsströme in	Dielektrizitätskonstante	Stärke des Tones
Luft	1	sehr schwach
Paraffin	1.9	schwach
Holz	4.5	ziemlich stark
Methylalkohol .	33	stark
Wasser	81	noch stärker
Metall	∞	sehr stark.

Es war beabsichtigt, die Erregung des Telephons weiterhin auch quantitativ zu messen.

Bei seinen endgültigen Versuchen benutzte *Eduard Koch* zur Messung der in *S* induzierten Wechselströme einen Gleichrichter und ein hochempfindliches Galvanometer. Der Gleichrichter war eine Wehneltische Oxyd-Kathoden-Ventilröhre. Die Ablenkungen für Luft als Dielektrikum *D* und für Paraffin wurden gemessen. Ihr Verhältnis ergab für die Dielektrizitätskonstante des Paraffins den Wert 2,05, der sehr gut mit dem sonst gefundenen übereinstimmt. Diese Versuche sollten auf andere Dielektrika ausgedehnt werden.

Auch nach der alten Theorie wären Verschiebungsströme denkbar, entsprechend Bewegung der Atomladungen. Da jedoch dort die dielektrische Polarisation des Äthers nicht angenommen wurde, so könnte die Stärke des Verschiebungsstromes nach der alten Theorie nicht proportional mit *D*, sondern, da die Dielektrizitätskonstante des Äthers nach *Maxwell* gleich 1 ist, nur proportional mit (*D* — 1) sein, entsprechend der allein angenommenen dielektrischen Polarisation der Molekeln. Wenn daher die Versuche zeigen, daß die magnetische Wirkung der dielektrischen Verschiebungsströme proportional mit *D*, nicht mit (*D* — 1), ist, so ist damit bewiesen, daß bei denselben die von der Maxwellschen Theorie geforderten dielektri-

schen Verschiebungsströme in den ponderablen Atomen des Dielektrikums und im Äther zwischen den Atomen und Molekeln zusammen gewirkt haben.

Neuere Forschungen über die Vorgänge im Innern der Erde.

Von Dr. Karl L. Henning, Denver, Col. U. S. A.

Zu den wichtigsten Problemen der Geologie gehört die Frage nach dem Zustand des Innern der Erde und der sich in ihm seit der Bildung des Weltkörpers abspielenden Vorgänge. Lassen wir die allbekannte Kant-Herschel-Laplacesche Schöpfungstheorie, sowie die Meteoritentheorie *Lockyers* als genügend bekannt, hier außer Betracht, so wäre zunächst der im Jahre 1902 von *Chamberlin* und *Moulton* gemeinsam aufgestellten Planetesimal-Hypothese zu gedenken. Nach dieser Hypothese (in *Chamberlin* und *Salisbury* „*Geology*“, Band 2, S. 38—81, ausführlich erörtert) hätten sich die Glieder unseres Sonnensystems nicht aus einem Urnebel, sondern vielmehr aus zahllosen kleinsten Körperchen (Planetesimalen) gebildet, die sich, wie die Planeten, in kreisförmigen Bahnen um einen gasförmigen Zentralkörper bewegten. Die Planetesimalen hätten sich dann zu Planeten entwickelt. Im Hinblick auf die Erde sagen die beiden Forscher: „Nach der Planetesimalhypothese besteht der Erdkern aus planetesimalem Material, das seiner Zusammensetzung nach den Meteoriten entspricht. Nach Anhäufung größerer Mengen planetesimalen Materials wurde dieses wahrscheinlich unter dem Einfluß von Druck und Hitze umkristallisiert, was eine weitere Verdichtung nach sich zog, so daß das sich so bildende Gestein im wesentlichen plutonisch war. Um den Zentralkern hätten sich dann folgende Zonen gebildet: 1. eine mächtige Zone, die hauptsächlich aus planetesimalem Material von teilweise plutonischer Natur, das von unten her ausgestoßen wurde, und teilweise aus sedimentärem Gestein besteht. Das planetesimale Material herrscht in dem unteren und größeren Teil dieser Zone vor; plutonische, eruptive und auf sonstige Weise hereinbrechende Gesteine treten in unregelmäßigen Mengen auf, während sedimentäre Gesteine an Bedeutung oberhalb dieser Zone zunehmen, obgleich sie durchaus einen untergeordneten Teil der primitiven Gesteine bilden. Diese Zone stellt das Wachstumsstadium der Erde vom Beginne vulkanischer und atmosphärischer Prozesse bis zum Schlusse der Periode merklichen Wachstums durch Anhäufung weiteren Materials dar. Der Zentralkern nebst dieser mächtigen Zone bilden das *formative Aeon* (*Formative Eon*). 2. Die nächste Zone, wahrscheinlich nur wenig mächtig, besteht aller Wahrscheinlichkeit aus effusivem Gestein, mit dem sedimentäres Material und Material aus dem Weltenraum vergesellschaftet ist. Diese Zone stellt das *effusive Aeon* dar, das Archäikum der deutschen Terminologie. 3. Außerhalb dieser Zone liegt die oberflächliche Zone, in der sedimentäre Gesteine vorherrschen, die mit nicht geringen Mengen von Gesteinen plutonischen Ursprungs vergesellschaftet sind. Die ersten beiden Zonen außerhalb des Kerns scheinen universal zu sein, während die äußerste Zone, bestehend in der Hauptsache aus Material, das vom Lande herabgeschwemmt und im Meere abgelagert ist, die Erde nicht gleichmäßig umschließt“ (loc. cit., Bd. 2, S. 134).

Auf das Archäikum folgt die proterozoische Ära (*proterozoic era*), oft auch „*Algonkian period*“ genannt. Nach dieser folgen dann die geologischen Perioden Kambrium, Silur usw. Über die petrographische Zusammensetzung der ältesten Gesteine der Erdkruste macht *Chamberlin* keine näheren Angaben, sondern glaubt nur soviel sagen zu sollen, daß sie der archäozoischen Ära angehören.

Die Planetesimalhypothese hat bisher nur in Amerika allgemeinere Anerkennung gefunden; sie ist heute hier gewissermaßen zum Dogma erhoben und hat in sämtliche Lehrbücher der physischen Geographie und Geologie Aufnahme gefunden. In Europa dagegen scheint sie verhältnismäßig wenig Boden gefaßt zu haben und wird in unseren geologischen Lehrbüchern nur kurz erwähnt, ohne daß man für oder gegen sie Stellung nimmt. Neuerdings hat nun ein anderer amerikanischer Forscher, *Reginald A. Daly*, zurzeit Professor der Geologie an der Harvard-Universität, die Planetesimalhypothese einer kritischen Prüfung unterzogen und insbesondere der genetischen Betrachtung der Eruptiv- oder Tiefengesteine sich gewidmet, um daraus Schlüsse auf den inneren Bau des Erdkörpers selbst zu ziehen. Angeregt durch eingehende Studien an dem nahe der Stadt Windsor im südöstlichen Vermont gelegenen Mount Ascutney; 915 m ü. d. M.¹⁾, bei dessen genauer Untersuchung er feststellte, daß die das Gebirge zum weitaus größten Teil zusammensetzenden Eruptivgesteine aus einer Serie „echter Stöcke“ bestehen, die hinsichtlich ihrer petrographischen Zusammensetzung die ältesten basischen und alkalischen Gesteine darstellen, die wir kennen, hatte schon damals (1903) *Daly* seine Theorie des „*magmatic stoping*“ aufgestellt, die er dann später in dem breit angelegten, umfangreichen Werk über die Geologie der nordamerikanischen Cordillera²⁾ des 49. Breitengrades weiter entwickelt hat. Neuerdings hat *Daly* seine Forschungen über die Eruptivgesteine und deren Bildung in einem Werke: „*Igneous rocks and their origin*“³⁾ übersichtlich zusammengestellt.

Im nachstehenden werden einige Kapitel des Werkes analysiert.

Obgleich *Daly* im allgemeinen der Chamberlin-Moultonschen Planetesimalhypothese nicht widerspricht, macht er dennoch einige Einwendungen dagegen. Zunächst betont er, daß sie der bisher nicht widerlegten Annahme zuwiderlaufe, nach der die äußere Hülle der Erde — als diese ungefähr ihre gegenwärtige Größe erreicht hatte — durch eine Periode allgemeiner Glutflüssigkeit gegangen wäre. *Chamberlin* gibt zwar zu, daß die Erde in ihrem „*nuclear*“-Stadium „heiß“ war, und zwar infolge des quasi gasförmigen Modus bei eintretender Verdichtung im primitiven, nebularen Kern, dann weiter infolge

¹⁾ R. A. Daly, The geology of Ascutney Mountain. Bull. 209 der U. S. Geol. Surv. 1903.

²⁾ Ders., Geology of the North American Cordillera at the 49th parallel. Memoir No. 38 Geological Survey of Canada; 3 Teile. 1912. — 857 S., 42 Fig., 73 Taf. u. 17 geol. K. — Das Werk ist außer in seiner Bedeutung für die Geologie Nordamerikas auch für die Geographie von grundlegender Wichtigkeit, insofern es eine neue Klassifizierung der einzelnen Teile der Cordilleren gibt. Ich werde mit Nächstem eine ausführliche Besprechung desselben in den Spalten dieser Zeitschrift folgen lassen.

³⁾ The McGraw-Hill Book Co. New York, 1914. 563 S., 205 Fig.

der durch zentrale Kompression erzeugten Hitze und endlich infolge der durch molekulare Umbildung gesteigerten Wärmeentwicklung. *Daly* macht hiergegen geltend: für eine verhältnismäßig rasch vor sich gehende Verfestigung der Oberfläche der allmählich an Umfang zunehmenden Erde können keine direkten Beweise gefunden werden. Im Gegenteil: der interne Druck und die durch die molekulare Umlagerung entstehende Wärmeerhöhung hätten eher eine Schmelzung der Erdrinde, als eine Temperatursteigerung, im Gefolge haben müssen, wodurch die innere Rinde nur in äußerst dünnem Zustand sich hätte erhalten können. Die eventuellen Vorkommnisse wurden bestimmt durch das Verhältnis der in der Zeiteinheit erzeugten Wärme zu der verlorenen Wärme. Die aus bestehenden Vulkanen gezogenen Analogieschlüsse berechtigten aber vielmehr zu der Annahme, daß eine zeitweilig von neuem einsetzende Schmelzung der Rinde das wahrscheinlichere Resultat sei, das beweise aber nicht, daß dieser Prozeß notwendigerweise auf ein frühes Stadium planetarischen Wachstums beschränkt gewesen sei. Die Voraussetzungen der Planetesimalhypothese zwingen nicht zu einem Glauben an eine feste Erde, selbst wenn die Anhäufung planetesimalen Stoffes zuerst den Planeten ungefähr auf seine gegenwärtige Größe gebracht hätte. Nur dann, wenn das beständig variierende Verhältnis von Wärmeerzeugung zu Wärmeverlust durch die ganze Epoche der Anhäufung bestimmt worden ist, ist es möglich, den physikalischen Zustand der äußersten Rinde der Erde in irgendeinem Stadium planetarischen Wachstums zu bestimmen. Nach *Dalys* Ansicht würde die Planetesimalhypothese in ihrer Anwendung auf die Geschichte der Erde die Tatsache, laut der die Sonne eine Oberflächentemperatur von ca. 6000 °C habe, mit der Annahme in Übereinstimmung bringen, daß die Erde während der späteren Hälfte der Periode ihrer Massenanhäufung kalt genug blieb, um einen Wasserozean zu bilden. „Die Verdichtung der in der Sonne enthaltenen größeren Masse muß eine viel höhere Temperatur erzeugen, als die aus der Verdichtung der Erdmasse; aber andererseits war der totale Wärmeverlust während der geologischen Zeitabschnitte viele millionenmal größer. Da der Mechanismus der Wärmeerzeugung für Erde und Sonne der gleiche ist, darf man wohl die Schlussfolgerung in Frage stellen, daß die Erde in der späteren Geschichte ihrer Massenanhäufung nicht durch ein Glut-Stadium an der Oberfläche hindurchging.“

Endlich müßte, wenn, wie *Chamberlin* meint, der Wasserozean seit der Zeit bestand, als die wachsende Erde ungefähr die Hälfte ihres gegenwärtigen Volumens besaß, dieser einen höheren Salzgehalt aufweisen, als er tatsächlich hat. *Daly* schließt, ähnlich wie die älteren Nebular- und Meteoritenhypothesen, die Planetesimalhypothese verbiete nicht den Glauben an: a) einen früheren geschmolzenen Zustand der äußeren Rinde der Erde; b) an eine Dichteschichtung des Planeten; c) an eine ungefähr gleichförmige Zusammensetzung der Oberflächenrinde und d) an allgemeine magmatische Temperaturen, die sich während der geologischen Perioden nicht über zwei Meilen unter die Oberfläche erstreckten.

Bei seinen Untersuchungen über das Innere der Erde geht *Daly* von der petrographischen Zusammensetzung des Planeten aus und zerlegt ihn in mehrere „Rinden“ oder „Schalen“ (*shells*): 1. die sedimentäre Rinde, von etwas weniger als eine halbe Meile Mächtigkeit und bestehend aus präkambrischen Graniten

und Gneisen; 2. die „saure“ (granitische) Rinde unmittelbar unter dieser, bestehend aus dem Magma präkambrischer Gesteine. Diese zweite Rinde ist über ein Drittel der gesamten Erdoberfläche mächtig; sie fehlt im mittleren Teil des pazifischen Beckens und auch wahrscheinlich im Becken des Indischen und Südatlantischen Ozeans. Ihrem Mineralbestand nach besteht sie aus Granit. Sie ist am besten vertreten im kanadischen und finnisch-skandinavischen Schild. Die Tiefenstufe dieser Rinde ist unbekannt, erstreckt sich aber jedenfalls mehrere Meilen abwärts. Da der größere Teil dieser „sauren“ Rinde intrusiver Natur ist, glaubt *Daly* sie als einen mächtigen Batholithen erklären und die Frage stellen zu sollen, ob die chemische Zusammensetzung dieser präkambrischen Batholithen primärer Natur ist: „Kann diese granitische Masse als das Resultat einer allgemeinen Schmelzung der Sedimente erklärt werden, die aus dem vorhergegangenen, allgemein eruptiven Gesteinstypus von verschiedener Zusammensetzung abzuleiten ist?“ Die ältere geologische Anschauung hat diese Frage bejaht, allein diese Annahme kann für die meisten nachkambrischen Batholithen nicht aufrechterhalten werden. Ein Beweis *gegen* sie für die viel größeren präkambrischen Gesteinsmassen ist nicht direkt zu erbringen. *Daly* zieht Basalt oder Andesit als jene Mineralien heran, die durch Verwitterung und Erosion das nötige sedimentäre Material geliefert hätten. Zwar müsse der Basalt infolge seiner ungeheuren Verbreitung und seiner geologischen Position als das primäre Erdmagma betrachtet werden, allein die Schaffung des nötigen sedimentären Materials durch Auslaugung und Auswaschung der Schichten würde eher auf Andesit passen, so daß „wir annehmen wollen, daß das primäre Material, aus dem die imaginären präkambrischen Sedimente abgeleitet werden, Andesit war. Wir wollen weiter annehmen, daß diese andesitische Landmasse eine mittlere Zusammensetzung gleich dem heute auf der Erde sich findenden Andesit hatte. Nehmen wir ferner an, daß das gesamte Areal präkambrischer granitischer Schichten, die das sedimentäre Material liefern sollten, nur 50 Millionen Quadratmeilen bedeckte und nur zwei Meilen in die Tiefe reichte, dann müßte, um 100 Millionen Kubikmeilen Sedimente zu liefern, die später wieder in Granit metamorphosiert wurden, die Verwitterung von zum mindesten 250 Millionen Kubikmeilen primären Andesits erforderlich sein. Während dieser ungeheuren Denudation müßte das Natron von zum mindesten 150 Millionen Kubikmeilen Andesit in den Ozean gegangen sein, wo es in Lösung hätte bleiben müssen, wenn die Bedingungen damals dieselben gewesen wären wie im heutigen Ozean. Rechnung zeigt aber, daß das in einer solchen Menge Andesit enthaltene Natron ungefähr das Dreifache der in dem bestehenden Ozean enthaltenen Menge ist, und da keine bekannte Methode besteht, nach der das Wasser des Ozeans während der dazwischen liegenden Perioden so stark versüßt werden könnte, werden wir zu dem Schlusse gedrängt, daß die ursprüngliche Voraussetzung durchaus falsch ist“ (loc. cit. S. 163); 3. die basaltische Rinde oder die Schicht unterhalb der „Crust“. Die saure Rinde liegt ohne Zweifel über zum mindesten lokalen Körpern von Magma, das von Zeit zu Zeit diese durchsetzt hat und sich als Basalt, Diabas, Gabbro usw. in Kristallform abschied. Dieses basische Magma kann unter keinen Umständen aus der Fusion gewöhnlicher Sedimente gebildet worden oder auch durch Spaltung eines intermediären

Magmas vor dessen Eruption entstanden sein. *Basalt, Diabas und Gabbro müssen deshalb als primäres Erdmagma gelten.* Für diese Tatsache spricht in erster Linie die überaus große Verbreitung des Basalts. In Madagaskar, Kola, im westlichen Nordamerika, in Schweden, auf den Hawaiischen Inseln, in den Lavafeldern von Dekkan, kurz, überall da, wo Lavaströme an die Oberfläche kommen, ist es Basalt, dessen petrographische und chemische Zusammensetzung seit der ältesten geologischen Epoche, aus der wir von Lavaausbrüchen direkte Kenntnis haben, also aus der zum Archäikum gehörenden Keewatinzeit, stets dieselbe geblieben ist. Auf Grund dieser allgemein bekannten Tatsachen muß man, nach *Daly*, daher entweder eine sehr weit ausgedehnte Serie unterirdischer Kammern annehmen, die mit basaltischem Material gefüllt sind oder, was jedenfalls das Richtigere ist, eine den Erdkern kontinuierlich umschließende basaltische Schicht, ein „*basaltic substratum*“, zur absoluten Voraussetzung machen. *Daly* hat diese Behauptung bereits im Jahre 1908¹⁾ ausgesprochen, als er mit petrographischen Untersuchungen über Augit-Andesit und verwandte basische Gesteine beschäftigt war. Er führte damals schon aus, daß diese basaltische „Unterschicht“ in der Weise geschichtet sei, daß die untere Abteilung der Rinde aus kristallisiertem basaltischen Magma und die obere aus saurem Magma bestehe. Nach seiner Ansicht wurde der fundamentale Gneis des Präkambriums in der Prä-Keewatin-Zeit kristallisiert und durch ihn die basischen Keewatin-Laven ausgestoßen. Wie *Daly* erwähnt, kam auch *W. L. Green*, und zwar schon 1887, aber völlig unabhängig von ihm, in seinem in Honolulu veröffentlichten Werk: „*Vestiges on the molten globe*“, zu genau derselben Ansicht.

Was nun die „von unten her“ nach oben ausgestoßene Lava betrifft, so weist *Daly*, unter voller Würdigung der bisherigen Annahme, daß diese abyssische Injektion (*abyssal injection*) auf einem „Ausquetschen“ (*squeezing-out*) des Magmas unterhalb einer zerbrochenen und einsinkenden Erdrinde, noch darauf hin, daß dieser Prozeß von einer Expansion des Substratummaterials begleitet sei, die sich bei einer Druckverminderung der darüber liegenden Massen geltend mache. Diese Expansion, so argumentiert er, ist von zweifacher Art: einmal wird sie bedingt durch die blasenfreie Lava, das andere Mal durch die nicht in Blasenform aus dem Magma freiwerdenden Gase. „Wenn die expansive Energie des Magmas nicht ganz dazu verwandt wird, um die Wände des injizierten Körpers auseinander zu sprengen, dann bleibt noch ein großer Teil dieser Kraft übrig, um eine Schmelzung in die Wege zu leiten. In dem Maße, in dem sich das Magma der Erdoberfläche nähert, muß die Trennung der gelösten Gase das Volumen noch mehr vermehren und drängen, die Oberfläche zu erreichen“ (loc. cit. S. 192). Diese Vorgänge setzen naturgemäß eine Schrumpfung der Erde voraus, sowie einen in ihr wirkenden starken Druck und eine hohe Spannung, die durch das Gewicht der über dem Substratum lagernden Massen erzeugt werden. *Daly* teilt deshalb vom besseren Verständnis der komplizierten Vorgänge im Erdinnern die über dem Substratum liegende Masse, ohne Rücksicht auf deren Mineralbestand, in eine unter der Oberfläche liegende *Druckzone* (*shell of compression*) und in eine unter der letz-

teren liegende *Zone der Spannung* (*shell of tension*) und kommt dann zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

1. Die abyssische Injektion involviert eine Verdichtung der Masse in der Zone der Spannung. Klüfte schließen sich, und die Spannung vermindert sich durch ein stärkeres Wegggleiten (*creep*) der Masse von dem injizierten Körper. Solange dieser Körper im flüssigen Zustand verharret, wird die Ausdehnung dieser Zone, die auf eine kontinuierliche Schrumpfung der Erde zurückzuführen ist, durch ein Gleiten der Masse in derselben Bewegungsrichtung bedingt. Das Gleiten erreicht ein Maximum oberhalb der Injektionszone und wird geringer in einer gewissen Entfernung zu beiden Seiten von der Mittellinie dieser Zone.

2. Das laterale Gleiten der Masse ruft eine Abwärtsbiegung jenes Teiles der Erdoberfläche hervor, der unmittelbar über der Zone der Verdichtung liegt. Die auf diese Weise sich bildende Geosynklinale wird dadurch zur Sammelstelle ausgedehnter Sedimentbildung, und das Gewicht dieser Sedimente selbst versucht eine stärkere laterale Gleitung in der Zone der Spannung herbeizuführen. Das abwärts gerichtete Gleiten bringt dann die Massen langsam nach tiefer gelegenen Stellen.

3. Die Zone des Druckes wird auf der Ebene dieser Abwärtsbewegung eine Schwächung erfahren; sie wird es noch mehr durch die sedimentäre Decke, die, selbst wenig widerstandsfähig, ein Weicherwerden ihrer Unterlage durch eine Erhöhung der Isothermen erzeugt. Wenn die Auffüllung der Geosynklinale genügend weit vorgeschritten ist, dann beginnt die Druckzone vermöge des stärker werdenden, einseitig wirkenden Druckes (der außerdem durch metasomatische Veränderungen in der Zone verstärkt wird) zusammenzubrechen. Es bilden sich Gebirge und sonstige topographische Formen.

4. Das vollständige Zerreißen der Zonen des Druckes und der Spannung während der gebirgsbildenden Vorgänge macht die in der unterliegenden Zone aufgespeicherte Spannung frei. Abyssische Injektion wird dadurch in großem Maßstab eingeleitet oder dauert in der Zone der Spannung fort. Das Freiwerden des Druckes bei der Gebirgsbildung macht dann „*magmatic stoping*“ möglich und führt so zur Bildung und Assimilierung von Schiefern und Sedimenten aus dem primären Basaltmagma. Die Spaltung des zusammengesetzten Magmas kann zur Erklärung der Entstehung der batholithischen Zentralgranite usw., der Gebirgsketten, einzelner Stücke, injizierter Körper und von Lavaströmen dienen.

5. Die regionale Biegung (*warping*) der Erdrinde wird, wenigstens teilweise, auf die variierende Stärke abyssischer Injektion aus einem flüssigen Magma zurückzuführen sein.

6. Die Lokalisierung und geographische Verteilung der Gebirgsketten, die Lokalisierung und Ausbreitung der Geosynklinale, die endgültige Entwicklung eruptiver Batholithe und satellitischer Injektionen sind sämtlich auf *spezielle* Zonen mächtiger abyssischer Injektion zurückzuführen. Diese Zonen sind, in der Hauptsache, durch kosmischen Druck bestimmt, der die Erde auf speziellen, azimuthalen Linien traf.

7. Gebirgsbildung verursacht ein Freiwerden von Druck in der Oberflächenzone. Das Ausfließen von Magma an der Oberfläche, das entweder sekundär oder direkt aus dem Substratum kommt, wird deshalb hauptsächlich nach orogenetischen Revolutionen mächtig gewesen sein. Im allgemeinen wird die Theorie

¹⁾ The origin of Augit-Andesit and of related ultra basic rocks. Journ. of Geology, vol. 16, 1908, S. 401 bis 420.

des Vulkanismus stark beeinflußt durch die Lehre von einer Zone der Spannung, die nicht völlig durch eine kompressive Ausdehnung jener Zone außer Kraft gesetzt wird (loc. cit. S. 192, 193).

Was nun die von *Daly* in die Wissenschaft eingeführte Hypothese des „*magmatic stoping*“ betrifft, so handelt es sich bei diesem Problem um den Modus der Intrusion des Magmas in einem Batholithen oder Stock durch die letzten tausend Fuß seiner Aufwölbung; es ist demnach unabhängig von jeder über den Ursprung des Magmas sich aussprechenden Theorie. *Daly* stellt bezüglich des *magmatic stoping*¹⁾ folgende Sätze²⁾ auf:

1. Jedes saure, batholithische Magma hat seine gegenwärtige Lage in der Erdrinde in der Hauptsache durch sukzessive Raumverkleinerung von Serien von Blöcken erreicht, die aus dem Dach und den Wänden des Batholithen herabgebrochen sind;

2. die Blöcke (Xenolithe) sind vollständig in dem Magma ertränkt, teilweise durch das Zusammenfließen von Apophysen, die in Klüften und anderen wenig widerstandsfähigen Stellen des Nebengesteins injiziert wurden; öfters aber stellen diese Blöcke die Wirkung marginaler Zerreißung (*shattering*) dar, die auf eine ungleichmäßige Erhitzung des festen Gesteins an magmatischen Kontakten zurückzuführen ist;

3. die eingesunkenen Blöcke müssen in der Tiefe des ursprünglichen Schmelzflusses aufgelöst werden, unter Bildung eines syntektischen, sekundären Magmas;

4. das sichtbare Gestein jedes Granit-Batholithen oder Stockes ist aus der Spaltung eines syntektischen Magmas entstanden.

Daly hat diese Theorie, wie oben bereits erwähnt, zuerst 1903 ausgesprochen. Sie ist seitdem angenommen worden von *J. Barrell*³⁾, *E. C. Andrews*⁴⁾ und *A. P. Coleman*⁵⁾, hat aber deutscherseits scheinbar keine Gegenliebe gefunden. *J. H. L. Vogt*⁶⁾ bezeichnet sie als „unhaltbar“, und auch *C. Doelter*⁷⁾, der sie zwar registriert, ohne jedoch das Wort „*magmatic stoping*“ zu gebrauchen, nimmt weder eine zustimmende, noch eine ablehnende Stellung zu ihr ein. Ebenso neutral verhält sich *F. W. Clarke*⁸⁾ in seiner ausgezeichneten „*Geochemie*“. Auch hier kann auf eine nähere Diskussion der *Dalyschen* Hypothesen sowie auf die weiteren, von ihm ausführlich behandelten Vorgänge bei der magmatischen Assimilierung und Spaltung sowie endlich auf den Mechanismus vulka-

nischer Tätigkeit leider nicht eingegangen werden. Der Leser sei dieserhalb auf die Originalwerke *Dalys* verwiesen.

Die ersten fünfzig Jahre des Handbuchs der physiologischen Optik.

Im Dezember 1916 sind seit der Vollendung von *Helmholtz*s Handbuch der physiologischen Optik fünfzig Jahre verflossen, und es erscheint bei der Wichtigkeit dieses Werks nicht ohne Interesse, die bibliographischen Notizen dafür zu geben, soweit sie augenblicklich festgestellt werden konnten.

Helmholtz ließ sein Handbuch als Bd. IX der *Karsten*-schen allgemeinen Encyclopädie der Physik 1867 erscheinen, und zwar betrug sein Umfang XIV, 874(1)S., gr. 8°, mit 213 Textfiguren und 11 Tafeln. Das Werk erschien nach der vom Dezember 1866 datierten Vorrede in vier Teilen: 1856, 1860, Anfang 1866, Ende 1866. Von 1856 bis 1860 war S. 1—432 erschienen. S. das Referat in den Fortschritten der Physik 1861, 17, 338. Nach einer liebenswürdigen Auskunft der Leipziger Geschäftsstelle des Herrn *L. Voß* ist für die beiden ersten Teile die Trennung bei S. 336 anzusetzen. Die Ermittlung der entsprechenden Zahl für die beiden letzten Teile war schwieriger, da eine authentische Auskunft nicht beschafft werden konnte. Doch stimmen die Reste der Broschierung in unserem und der Eingangsstempel im Exemplar des British Museum so gut überein, daß ich wohl berechtigt bin, die letzte Trennungszahl mit 656 anzugeben.

Noch in demselben Jahre (1867) erschien die Übersetzung in das Französische: *Optique physiologique*, par *H. Helmholtz*, professeur de physiologie à Heidelberg, traduite par *Emile Javal* et *Th. Klein*. Un fort vol. in-8°, avec figures intercalées dans le texte, Paris, V. Masson, 1867.

Es ist mir nicht bekannt, ob in Deutschland diese Übersetzung in wissenschaftlichen Zeitschriften ausführlich besprochen worden ist; die beiden Vorreden zur zweiten Auflage (von *Helmholtz* und von *A. König*) nehmen keinen Bezug darauf. In französischen Zeitschriften war das anders, und es sei hier namentlich auf die ausführliche Besprechung *Giraud-Teulons* (*Ann. d'Ocul.* 1867, 57, 107—118) hingewiesen. Von ihm sowohl (S. 118) als auch in Nachrufen auf *E. Javal* ist gelegentlich hervorgehoben worden, daß die Übersetzer mit *Helmholtz*s Zustimmung (hauptsächlich bibliographische) Änderungen und Zusätze gemacht hätten, und der Hinweis auf diese Angaben darf hier nicht fehlen.

Die erste Ausgabe ist wohl gegen den Anfang der achtziger Jahre aus dem Buchhandel verschwunden, und so entschloß sich der Verfasser, eine neue vorzubereiten, in der „er aus der neuen Literatur möglichst berücksichtigte, was ihm einen wesentlichen Fortschritt oder eine wünschenswerte Sicherung beziehlich Widerlegung seiner früheren Ergebnisse und Meinungen zu enthalten schien“. Er war dabei bis zur S. 645 der neuen (487 der alten) Ausgabe gekommen, als seine schwere, zum Ende führende Erkrankung am 12. Juli 1894 aller weiteren Tätigkeit ein Ende setzte.

Nach seinem Tode führte *Arthur König* (*L. Voß*, Hamburg und Leipzig, 1896. XIX, 1337 S., gr. 8°, mit 254 Textfiguren und 8 Tafeln) die Herausgabe weiter und fügte der zweiten Auflage eine sehr ausführliche Literaturübersicht bei, wegen der diese zweite

1) Unter *stope* versteht man im Englischen die Strosse, Abbaustrecke; *to stope* = strossenweise gewinnen; *overhand stoping* = einen Firstenbau abbauen; *overhead stoping* = „Übersichbrechen“ (nach *Sueß*). — *Magmatic stoping* würde demnach, populär gesprochen, die von dem Magma geleistete Arbeit des „Abbaus“ der über ihm lagernden Schichten bedeuten.

2) *Geology of the North Am. Cordillera at the 49th Parallel. Memoir No. 38 der Geol. Survey of Canada. Part II, S. 374. — Igneous Rocks etc., S. 194 bis 208.*

3) *Geology of the Marysville mining district, Montana. Prof. pap. 57 U. S. Geol. Surv. S. 155—156.*

4) *Rec. Geol. Survey New South Wales vol. 3, 1905, S. 126.*

5) *Journ. of geology vol. 15, 1907, S. 773.*

6) *Die Silikatschmelzlösungen, Teil 2, 1904, S. 225.*

7) *Petrogenesis. Braunschweig 1906, S. 34.*

8) *Data of geochemistry. Bull. 491. U. S. Geol. Surv., S. 295.*

Auflage dauernd einen Wert behalten wird. Diese „Übersicht über die gesammte physiologische Litteratur bis zum Schlusse des Jahres 1894“ umfaßt die Seiten 1009 bis 1334 der zweiten Ausgabe.

Die neue Auflage erschien in Lieferungen je zu 3 M., und man kann wohl einen Umfang von 80 Seiten = 5 Bogen dafür annehmen. Für die vierte und die achte Lieferung sind die Schlußseiten 320 und 640 gesichert. Bezeichnet man die Zeitschrift für Instrumentenkunde und die Zentralzeitung für Optik und Mechanik je mit Abkürzungen Z. f. I. und C. Z., so erhält man für die Herausgabe der einzelnen Lieferungen folgenden Plan:

Druckschriftlich belegtes, also meist zu spätes Datum für die Ausgabe	Belegstelle	Nummer der Lieferung	Schlußseite
Nov. 1885	<i>Helmholtz's Vorrede</i>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 u. 10 11 12—17	80 wahrsch. 160 „ 240 „ 320 sicher 400 wahrsch. 480 „ 560 „ 640 sicher 800 wahrsch. 880 „
Febr. 1886	Z. f. I.		
1. Juli	C. Z.		
15. Nov.	„ „		
Aug. 1887	Z. f. I.		
15. Mai 1889	C. Z.		
Mai 1892	Z. f. I.		
Nov.	„ „ „		
Jan. 1895	„ „ „		
Juli	„ „ „		
15. Mai 1896	C. Z.		
Okt. 1896	<i>Königs Vorrede</i>		
April 1897	Z. f. I.		1334

Diese Angaben werden gegebenenfalls für Prioritätsfragen ihren Wert haben, da man mit Sicherheit wird annehmen müssen, daß zu den angegebenen Zeiten die einzelnen Lieferungen in den Händen der Benutzer sein konnten.

Auch diese Ausgabe wurde verhältnismäßig bald erschöpft, und es ergab sich das Bedürfnis nach einer dritten, die unter der Schriftleitung von W. Nagel, von A. Gullstrand, J. von Kries und W. Nagel bearbeitet werden sollte. Die Herausgeber entschlossen sich, die Anmerkungen und Zusätze der zweiten Auflage unberücksichtigt zu lassen, da sie in höherem Maße als überholt zu gelten hätten; es sei eben der Anfang der neunziger Jahre für eine zusammenfassende Bearbeitung besonders ungünstig gewesen. Sie einigten sich darauf, von dem ursprünglichen Text auszugehen und ihm selbständige Erweiterungen folgen zu lassen. Die Herausgabe erlitt durch die plötzliche Erkrankung W. Nagels eine Unterbrechung, und es ergibt sich die folgende Übersicht:

1. Bd. 1909, XVI, 376 S., gr. 8°, 146 Textfig. Herausgegeben von A. Gullstrand, bis S. 191 der 1. Ausgabe.
2. Bd. 1911, VIII, 391 S., gr. 8°, 80 Textfig. und 3 Tafeln. Herausgegeben von W. Nagel und J. v. Kries, bis S. 427 der 1. Ausgabe.
3. Bd. 1910, VIII, 564 S., gr. 8°, 81 Textfig. und 6 Tafeln. Herausgegeben von J. v. Kries.

M. von Rohr, Jena.

Besprechungen.

Abel, O., *Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten*. Jena, Gustav Fischer, 1916. VII, 281 S., 1 Titelbild und 100 Figuren im Text. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,20.

Abel versucht es, das von ihm an den Vertebraten mit Konsequenz, Geschick und Erfolg durchgeführte Prinzip der vergleichend-ethologischen Analyse rezenten und fossiler Formen auf eine Evertebratengruppe anzuwenden, und wählt sich zu diesem Zwecke die dibranchiaten Cephalopoden aus. Begreiflicherweise mußten dem Paläontologen bei diesem Unternehmen die *Belemniten* und die an diese anknüpfenden Fragen den Mittelpunkt des Interesses darstellen. Ihnen gilt daher vornehmlich die umfangreiche Untersuchung über Bau und Lebensgewohnheiten der rezenten Dibranchiaten und die Anwendung der daraus gewonnenen Ergebnisse. Die Arbeit mußte im Vergleich zu analogen Untersuchungen an Wirbeltieren insofern größere Schwierigkeiten bieten, als wir ja bezüglich der Cephalopoden nur über ein geringfügiges Material an direkten Beobachtungen verfügen, viele Formen überhaupt nur in wenigen Exemplaren, ja sehr oft nur in einem einzigen, bekannt und viele noch niemals im lebenden oder halbwegs normalen physiologischen Zustand in die Hände der Zoologen gelangt sind. Nur von einigen wenigen Formen hat man ausführliche Kenntnis über Bewegungsart, Ernährung, Aufenthaltsort usw., und diesen wendet Abel zunächst seine Aufmerksamkeit zu, um aus einer genauen Analyse aller dieser Lebens Elemente einen Zusammenhang zwischen Form und Funktion zu ermitteln. Ohne auf den sehr reichen, aus einer sehr ausgedehnten Literatur zusammengetragenen Inhalt dieses fast den halben Textumfang einnehmenden Kapitels eingehen zu können, seien die Hauptpunkte hervorgehoben: Die Bewegungsart der genauer bekannten rezenten Dibranchiaten und die Analyse dieser sehr mannigfachen Erscheinungen, die Futtertiere und die Feinde, der normale Aufenthaltsort (namentlich bei Tiefseeformen meist nicht direkt zu ermitteln), wobei unter anderem die Konsistenz des Körpers und der Spezialisationsgrad der Augen als klassifikatorische Elemente von oft ausschlaggebender Bedeutung erscheinen, endlich die Körperform, namentlich die des Mantels und der Flossen und die Funktion dieser Organe. Von großem Interesse und für die Gesamtorientierung besonders schätzbar sind die jeweils an den Schluß gestellten tabellarischen Übersichten der Resultate. Auf Grund dieser umfangreichen und unter Hinzuziehung von noch ein paar anderen Gesichtspunkten nach allen Seiten erschöpfenden Betrachtungen geht Abel die heiß umstrittene Frage nach der Lebensweise der *Belemniten* an, wobei in erster Linie die Alternative: „*nektonische oder sessile Lebensweise*“ die Diskussion beherrscht. Die Widerlegung letzterer, namentlich von Jackel mit Nachdruck und Beharrlichkeit vertretenen Ansicht gilt dem Autor als die wichtigste Aufgabe, die er löst, indem er zur Begründung der von Anfang an wahrscheinlicheren Annahme einer nektonischen Lebensweise das alte Beweismaterial in origineller Verwendung ins Feld führt und neue Betrachtungsweisen von entscheidendem Wert einzuführen und anzuwenden versteht.

An die Spitze dieses zweiten Hauptteiles stellt Abel die Untersuchung über die Frage nach der Homologie der Rostralbildungen am Skelett der Dibranchiaten und kommt zur Unterscheidung zweier Hauptentwick-

lungsrichtungen des *Belemnitenrostrums*, vergegenwärtigt durch die von ihm neugeprägten Begriffe der *Conirostriden* und der *Clavirostriden*; erstere mit düten-kegelförmiger Umhüllung des Phragmokons seitens des Embryonalrostrums und vorherrschendem Längenwachstum des Rostrums in der weiteren Ontogenese und dadurch bedingter Zuspitzung seines Endes; letztere mit keulenförmigem Embryonalrostrum, welches nur mit einer schüsselartigen Erweiterung der Embryonalblase des Phragmokons sich anlegt und eine feine Spitze in den Pseudoalveolenraum entsendet, während die Anwachsschichten entweder unabhängig von der Achsenstellung des Embryonalrostrums verlaufen oder aber in parallelen Schichten sich um dieses herumlegen. Diese Rostren sind im typischen Falle vor ihrem Hinterende keulenförmig verdickt. Den „Spießtypus“ des Rostrums von *Cuspidenthis* (n. g.) (*Belemnites*) *acuarius* und *Mucrotenthis* (n. g.) (*Belemnites*) *giganteus* faßt Abel als zwei unabhängig voneinander entstandene Spezialisierungen auf. Des weiteren ergeben die Untersuchung des Rostrums und die stratigraphischen Verhältnisse, daß *Belemniten* und *Belemnitenoiden* frühzeitig divergierende Speziationstypen aus gemeinsamer Wurzel darstellen. *Diploconus* wird den *Belemnitenoiden* zugerechnet. Das Rostrum von *Spirulirostra* ist eine Bildung eigener Art, nur physiologisch analog dem *Belemnitenrostrum*, und das gleiche gilt von dem wiederum als sui generis aufgefaßten Dorn von *Belosepia* und *Sepia*. Doch werden letztere beiden Formen als zusammengehörig anerkannt. Was speziell den Dorn von *Sepia* anlangt, so ist er kein Rudiment, da er mit zunehmendem Alter größer wird, den Mantel durchbricht und deutliche Zeichen einer Funktion (Grabstachel) zeigt. Abel rechnet diese Bildung unter den Begriff des „*Orientales*“.

Einen wesentlichen Schritt gegen die Lösung der Hauptfrage bedeutet es nun, wenn Abel in der Diskussion: „Nektonische oder sessile Lebensweise der *Belemniten*“ von der Berechnung der Gewichtsverhältnisse des Rostrums Aufklärung erwartet. Ingenieur Franz Hafferl unterzieht sich dieser Aufgabe und gelangt unter Berücksichtigung der Form und Größenverhältnisse von Phragmokon und Rostrum sowie der spezifischen Gewichte zu dem Ergebnis, daß die Luftkammern des ersteren nicht bloß der dichten Kalkmasse des letzteren das Gleichgewicht gehalten, sondern sogar einen beträchtlichen Überschuß an Auftrieb bewirkt haben müssen. Es muß also das Tier, wenn es nicht ganz oberflächlich leben wollte (was kaum der Fall war), über Vorrichtungen zur Veränderung seines spezifischen Gewichtes verfügt haben. Ref. möchte es jedoch bezweifeln, daß eine beliebige Füllung der Luftkammern mit „Wasser oder Luft“ möglich war, um auf- und niedertauchen zu können.

Es folgen nunmehr Vergleiche zwischen den rezenten Körpertypen und der mutmaßlichen *Belemniten*gestalt. Hier sei hervorgehoben, daß beispielsweise die Kombination zweier Dorsolateralfurchen und einer medianen Ventralfurche am Rostrum der „*hastaten*“ *Belemniten* im Zusammenhang mit dem Umstande, daß dieses Rostrum dem Körperende der rezenten Gattung *Chirothauma* auffallend ähnelt, die Annahme eines identischen Anpassungstypus stützt. Die Furchen wären die Ansatzstellen der Flossen und Hautsäume. Auf diese Weise wird für die fossilen Dibranchiaten der entsprechende lebende Anpassungstyp konstruiert, so daß für die sechs von Abel aufgestellten rezenten

Grundformen (torpedo-, kurzbolzen-, langbolzen-, stab-, kelch- und eiförmig) die fossilen Abbilder wiedergefunden werden. Aus der Form wird die Lebensweise erschlossen, die bei den ersten drei Typen nektonisch, bei den letzten drei planktonisch gewesen sein mag. Die Kammierung des Gladius von *Chirothauma* entspricht nicht (gegen Chun) derjenigen des Phragmokons fossiler Formen, sondern ist eine Neuerwerbung, worauf ihre Unregelmäßigkeit sowie die Erkenntnis hindeutet, daß ja das ganze Gebilde eine eigenartige Neuspezialisierung darstellt, wahrscheinlich verursacht durch die sekundäre Erwerbung der planktonischen Lebensweise bei diesem von nektonischen Hochseetieren abzuleitenden Typus. Hierzu möchte Referent bemerken, daß ja auch das Fehlen eines Siphonalrohres gegen die Homologie spricht.

Für die Funktion der Rostral- und Stachelbildungen der rezenten Formen findet Abel dreierlei Möglichkeiten verwirklicht, nämlich die Verwendung als Grabstachel (*Sepia*), als Schwebeapparat (*Grimaldienthis*, *Chirothauma*) und endlich als Pflugapparat, namentlich zum Durchpflügen der Seegraswiesen zwecks Aufsuchung der Beutetiere (*Loligo media*). Das gleiche wird, wenigstens für die erwachsenen *Cuspidenthis* und *Mucrotenthis* angenommen, und in diesem Vergleichsergebnis erblickt sich der Autor wieder „am Kernpunkt des *Belemniten*problems“ angelangt. Das Vorkommen der beiden letztgenannten Fossilien in den deutschen schwarzen Liasschiefern, die mit Pflanzen bewachsene Gründe darstellen, stützt die obige Annahme von der Lebensweise. Auch auf die Art und Weise der verschiedenen Verwendung des Rostrums in den einzelnen Altersstadien werden Rückschlüsse gemacht, so, um nur etwas anzuführen, dürfte *Cuspidenthis* in der Jugend ihr Rostrum als „Grabstachel“, im Alter als „Pflug“ benutzt haben und dementsprechend von der nekto-benthonischen zur nekto-nischen Lebensweise übergegangen sein. *Acrotenthis* hingegen vertauschte die planktonische mit der nekto-benthonischen, änderte somit die Funktion ihres Rostrums von der eines Schwebeapparates in die eines Grabstachels um. Vielfach entscheidend für diese Annahmen sind die vorgefundenen spezifischen Abnützungserscheinungen der Rostren. Als Waffe kamen letztere wohl in keinem Fall in Betracht, was schon aus der Lage und der ohne Kontrolle des Gesichtssinnes erfolgenden Rückwärtsbewegung hervorgeht.

Der Tendenz des Autors entsprechend wird der Zusammenhang zwischen Lokomotionsart und Körperform ausführlich erörtert. So ist es einleuchtend, daß ein Tier von langgestreckter Gestalt und mit hakenbewehrten Armen ein flinker Schwimmer und Räuber gewesen sein muß usw. Soweit man bisher ermittelt hat, besaßen die *Belemniten* bloß sechs Arme und entbehrten der Tentakeln, was aus dem ziemlich zwingenden Analogieschluß hervorgeht, daß bei keiner einzigen rezenten Form Armhaken vorkommen, ohne daß auch die Tentakeln solche besitzen. Bei den entsprechend erhaltenen *Belemniten* finden sich aber nur Hakenreihen, welche den sechs Armen entsprechen. Betrachtungen über den Aufenthaltsort, Schwarmleben und Einzelleben, Futtertiere und Feinde, Rostrumverletzungen und endlich Rekonstruktionen der fossilen Typen seien hier, obwohl sie manches sehr Bemerkenswerte enthalten, nur erwähnt. Ebenso muß bezüglich der am Schlusse angefügten Betrachtungen über die Armzahl und deren ontogenetische Entwicklung auf das Original verwiesen werden.

Wenn der Referent versucht hat, eine möglichst

objektive Darstellung der auch für ihn sehr überzeugenden Ausführungen Abels zu geben, so hält er es doch für seine Pflicht, auf den Mangel seiner Bereitwilligkeit zur Gefolgschaft in gewissen Punkten hinzuweisen. So findet er die bei den Paläontologen und vor allem auch bei Abel vorherrschende Tendenz zur Aufstellung möglichst vieler bloß konvergenter Reihen nicht ganz nach seinem Sinn. Ein Beispiel hierfür: Die Rostren der *Belemniten*, von *Spirulirostra* und von *Belosepia* (mit *Sepia*) sollen nicht homolog sein. Aber Ref. glaubt, daß der Ansatz des Rostrums an die hinterste Kammer des gestreckten Phragmokons der *Belemniten*, an die am weitesten terminal gelegene vierte bis sechste Kammer des spiralig eingerollten bei *Spirulirostra* und endlich an die infolge der bloß schwach hakigen Phragmokonkrümmung zu hinterst gelegene Embryonalkammer bei *Belosepia* und *Sepia* angesichts des Umstandes nicht befremden kann, als das Rostrum entsprechend seiner wie immer gearteten Funktion auch immer terminal liegen muß. Seine differenten topographischen Beziehungen zur Kammerreihe müssen für sich allein durchaus nicht als homologienegierend aufgefaßt werden. Wissen wir doch aus manchen Befunden, daß topographische Differenzen (noch dazu innerhalb eines kleinen Bezirkes, wie im vorliegenden Falle) bei aller Homologie vorkommen können, da die Organe in der Phylo- wie in der Ontogenese oft beträchtlicher Wanderung fähig sind. Man denke an die vielen Lokalisations- und Formvarianten der Schilddrüse in der Wirbeltierreihe und an die ganz ersichtlich funktionell bedingten Verschiebungen von Muskelansätzen am Skelett. — Aber solche kleine Grenzüberschreitungen in der Ausführung einer Idee fallen wenig ins Gewicht, wenn man das Gesamtziel und die Art seiner Verfolgung betrachtet. Ist ein Gedanke als grundlegend erkannt, seine Fruchtbarkeit erwiesen, und handelt es sich um seine Durchführung und Erprobung in möglichst großem Umfange, so darf die kleinliche Kritik von Einzelheiten nicht in den Vordergrund geraten. Gerade dasjenige, was gelegentlich den oder jenen kleinen Irrtum veranlassen mag, das Temperament des für seine Ideen kämpfenden Forschers, ist etwas, auf das man ungern verzichtet und in mancher, sonst wertvollen Leistung zu deren Nachteil vermißt. Bei Abel ist es reichlich vorhanden und bildet, abgesehen von seinen vielseitigen Kenntnissen und Interessen und deren origineller Verwertung, einen Hauptreiz der Lektüre seiner Arbeiten.

H. Joseph, Wien.

Tschermak, A. von, Allgemeine Physiologie. Eine systematische Darstellung der Grundlagen sowie der allgemeinen Ergebnisse und Probleme der Lehre vom tierischen und pflanzlichen Leben. In zwei Bänden. 1. Band: Grundlagen der allgemeinen Physiologie. 1. Teil: Allgemeine Charakteristik des Lebens. Physikalische und chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz. Berlin, Julius Springer, 1916. IX, 281 S. und 12 Textabbildungen. Preis M. 10,—.

In jeder Wissenschaft macht sich im Laufe ihrer Fortentwicklung das Bestreben geltend, in die Vielheit der Erscheinungen und Tatsachen dadurch Ordnung zu bringen, daß man ein System von einheitlichen und an Zahl geringen Gesichtspunkten aufstellt, welche gestatten, die vielen Einzeltatsachen als Ausdruck allgemeingültiger Regeln zu betrachten. Auf diese Weise entstehen neben und über dem Lehrgebilde des Speziellen die Wissenschaften, welche wir als die all-

gemeinen zu bezeichnen pflegen. Die allgemeinen Wissenschaften können in richtiger Ausgestaltung als Höhepunkte in der wissenschaftlichen Entwicklung bezeichnet werden, indem sie gegenüber der verwirrenden und oft das Wesentliche verhüllenden Fülle der Einzeltatsachen die großen Linien des inneren Zusammenhanges schaffen und daher nicht mit Unrecht als die eigentliche Philosophie der Spezialwissenschaften bezeichnet worden sind. Natürlich können diese allgemeinen Wissenschaften auch eine Stätte voll gefährlicher Fallstricke und Irrwege sein, wenn ihr Inhalt anfängt, in luftige Phantasiegebilde auszuarten, die, mögen sie im besten Falle vor einer formalen Logik zu Recht bestehen, gegenüber der kritischen und ernsten Erfahrung experimenteller Natur sich als trügerische Schatten erweisen.

In den exakten Naturwissenschaften mehrt sich im Laufe der Zeit das Bedürfnis zur Ausgestaltung eines allgemeinen Teiles derselben, und wie außerordentlich förderlich diese Entwicklung sein kann, dürfte wohl an keinem Beispiel sinnfälliger gemacht werden können als an dem der Chemie, wo die Neuschaffung einer allgemeinen Chemie nicht allein zu einer vorher ungeahnten Ökonomie im Denken, sondern auch zu wirklich neuen Einblicken und Richtlinien geführt hat. Kaum gibt es aber wohl eine exakte Naturwissenschaft, die mehr zur Allgemeinheit geeignet wäre, als die Physiologie, die Lehre vom Leben, wo jede Einzelheit, mag einer noch so liebevoll an der unbestreitbaren Schönheit des Einzelnen hängen, doch ihren großen Reiz erst dadurch gewinnt, daß zwingend hinter ihr oder durch sie hindurch die große Allgemeinheit, das Leben, hervortritt. Es kann daher nicht wundernehmen, daß gerade die großen Meister der Physiologie, unbeschadet ihrer Sorge um die Fortentwicklung des maßgebenden Einzelwissens, mit Vorliebe das Allgemeine ihrer Wissenschaft gepflegt haben. Diese Behauptung gilt beispielsweise in hervorragender Weise von *Johannes Müller*, von *Claude Bernard*, von *Karl Ludwig* und von *Ewald Hering*; sie gilt auch dann zu Recht, wenn der betreffende Forscher im landläufigen Sinne des Wortes kaum von allgemeiner Physiologie spricht. In dem berühmten Lehrbuch der Physiologie des Menschen von *Karl Ludwig* gehören die Abschnitte: Einleitung, Physiologie der Atome und Physiologie der Aggregatzustände zu den interessantesten Darstellungen einer allgemeinen Physiologie, die wir besitzen.

In unseren Tagen wird das Studium der allgemeinen Physiologie unverkennbar mit einer gewissen Vorliebe betrieben. Für diese Erscheinung lassen sich besonders zwei Gründe verantwortlich machen. Der erste mag als ein didaktischer bezeichnet werden und ist als solcher ein zweckmäßiger und sehr gerechtfertigter; denn die Einzeltatsachen sind so außerordentlich zahlreich geworden und sie erstrecken sich auf ein so ausgedehntes Gebiet des verschiedenartigsten Wissens, daß dem Lernenden eine Orientierung unbedingt notwendig und dem Erfahrenen eine Sammlung sich als förderlich erweist. Der zweite entspringt aus dem historischen Zusammenhang der Physiologie mit der Morphologie. Die Morphologie hat im Laufe des vergangenen Jahrhunderts die bekannte große Entwicklung in der Richtung zur Verallgemeinerung genommen, insofern ihr Hauptbestreben dahin ging, die Vielheit der morphologischen Erscheinungen auf eine Einheit oder wenige Einheiten zurückzuführen und aus scheinbar Einfachem die Ausgestaltung des Verwickelten reifen zu lassen; ein Satz, welcher für die

verschiedenen, sich im einzelnen befehlenden deszendenztheoretischen Schullehren zu Recht gilt. Daher glaubten einzelne Physiologen, gleiche Wege wandeln zu müssen, und es wurde in ihren Händen die allgemeine Physiologie nach der gleichen Richtung orientiert, wie die zeitgenössische Morphologie. Diese Richtung hat ihren Nutzen und ihre Erfolge gehabt; dieselben mußten aber notwendigerweise begrenzte sein, weil das Wesentliche und das Tiefinnerliche am Leben die Funktion und nicht die nur äußerlich wechselreiche, innerlich aber an Eigenschaften arme morphologische Form ist.

Die allgemeine Physiologie von A. v. Tschermak verdankt ihre Entstehung weder dem einen noch dem anderen Grunde; sie ist seit längerer Zeit der erste Versuch, von einer tiefer fundierten Basis aus die Tatsachen und Probleme der allgemeinen Physiologie darzustellen, und sie gibt sich als das reife, durchdachte Werk eines selbständigen Forschers, der seinen Ausgangspunkt aus der Schule Ewald Hering's genommen hat und aus inneren Gründen Anschluß an die Wege sucht, die in der Biologie außer von Hering von Claude Bernard, von Johannes Müller und von Goethe begangen worden sind.

Der vorliegende erste Halbband liefert uns drei große Kapitel; das erste Kapitel befaßt sich mit der allgemeinen Charakteristik des Lebens, das zweite mit der physikalischen und physikalisch-chemischen Beschaffenheit der lebenden Substanz, das dritte mit der analytisch-chemischen Beschaffenheit der lebenden Substanz; im Anschluß hieran sind für den noch nicht erschienenen zweiten Teil des ersten Bandes ein Kapitel über die morphologischen Eigenschaften der lebenden Substanz und eines über die Grenzflächenphänomene bzw. über die allgemeine Zellulärphysiologie in Aussicht genommen. Aus diesen allgemeinen Grundlinien des Aufbaues des Tschermakschen Werkes ergibt sich mit großer Klarheit, was er unter allgemeiner Physiologie verstanden wissen will, die nach dem Wortlaut seiner einleitenden Definition die allgemeinen Eigenschaften der Lebewesen und die allgemeinen Lebenserscheinungen der Tiere wie der Pflanzen umfaßt. Das, was für Tschermaks Auffassung und für die Art seines Buches prinzipiell und zugleich unterschiedlich von anderen vorliegenden Werken ist, findet sich im ersten Kapitel, welches gerade aus diesem Grunde zuletzt besprochen sei. Nicht etwa daß die beiden anderen Kapitel der Eigenart entbehren, im Gegenteil, das, was wir dort finden, paßt sich überall der besonderen Auffassungsweise des Autors an, ist selbst dann, wenn es scheinbar als nüchterne Wiedergabe nackter Tatsachen sich darstellt, „zielstrebig“ stilisiert im Rahmen eines Gesamtbildes des Lebens. Naturgemäß müssen aber die beiden genannten Kapitel dem Fachmanne meist, was das rein Tatsächliche anbelangt, aus spezieller Literatur Bekanntes darbieten, und deshalb läßt sich leichter in Kürze über ihren Inhalt berichten.

Der Autor charakterisiert das Protoplasma scharf als einen wesentlich biologischen Begriff; demnach ist für ihn das Protoplasma kein chemisches oder physikalisch-chemisches Element, ja nicht einmal ein morphologisches. Im übrigen ist Kapitel II eine ganz hervorragend klare und an Tatsächlichem reiche Übersicht der modernen physikalischen Chemie in dem ganzen Umfang, wie sie selbst für die letzten Feinheiten der Vorgänge in der lebenden Substanz im Laufe der Jahre sich als notwendig erwiesen hat. Genau das gleiche gilt vom dritten Kapitel. Wir erfahren in demselben so gut wie alles, was sich zurzeit über die

anorganischen Bestandteile des Protoplasmas, über Kohlehydrate, Fette, Lipide, Eiweißkörper und Fermente sagen läßt. Welches Gewicht der Autor auf das exakte Wissen in den beiden hier besprochenen Artikeln legt, geht klar daraus hervor, daß er etwaigen Schwierigkeiten in der Materie keineswegs durch beschönigendes Schematisieren aus dem Wege geht, und daraus, daß die Literatur mit einer mustergültigen Sorgfalt bedacht ist.

Im ersten Kapitel, in der allgemeinen Charakteristik des Lebens, behandelt der Autor die Fragen, die jedem denkenden Biologen am meisten am Herzen liegen, und die wohl auch gerade zurzeit hoher Würdigung in einem allgemeinen gelehrten Kreise sich erfreuen. Natürlich können an dieser Stelle nur flüchtig einige wesentliche Sätze zur Kenntnisnahme herausgehoben werden. Lebende Substanzen definiert Tschermak als Naturkörper, welche einerseits mit Autonomie begabt und entelechisch (d. h. zielstrebig, und zwar das Ziel in sich selbst tragend) veranlagt sind, andererseits zu doppelsinniger Veränderung und damit zur Selbstergänzung und Selbstvermehrung befähigt sind. Ganz ausdrücklich erklärt Tschermak, daß für ihn das Leben nicht so sehr durch bestimmte physikalische, chemische oder morphologische Eigenschaften charakterisiert sei, und dieser Standpunkt wird konsequent in seiner ganzen allgemeinen Physiologie als Richtschnur festgehalten. Diese Auffassung kommt nirgends in Konflikt mit den Lehrsätzen der Physik und Chemie. Dementsprechend läßt Tschermak die lebende Substanz keinen Ort der Schaffung oder Vernichtung von Materie darstellen, und ebensowenig macht sie ihm die einzig mögliche Stätte bestimmter chemischer Prozesse oder der einzige mögliche Bildungsort bestimmter chemischer Substanzen aus. Folgerichtig kann daher für die Labilität, welche so außerordentlich charakteristisch für das Leben ist, aus Physik und Chemie keine befriedigende Erklärung gegeben werden: Auffassungen nach dieser Richtung hin, wie sie beispielsweise von Pflüger vertreten worden sind, werden von Tschermak abgelehnt. Ein scharfsinniger Vergleich zwischen belebtem und unbelebtem Stoff führt auf dieser Basis zum Ergebnis, daß in der unbelebten Natur die Vorgänge unverkennbar eine Richtung im Sinne des zweiten Satzes der Thermodynamik haben, d. h. daß in allen von selbst verlaufenden Vorgängen die Entropie zunimmt, während der belebte Stoff durch seine autonome doppelsinnige Selbstveränderung, seine Vereinigung von Ektropie und Entropie sich auszeichnet. In der Autonomie, welche eine Autonomie des Stoffwechsels, des Energiewechsels und des Formwechsels ist, sieht Tschermak, hierin in einer gewissen, wenn auch nicht deckenden Übereinstimmung mit Roux, das hervorstechendste Merkmal der Lebensvorgänge; die Physiologie ist nicht einfach angewandte Physik und Chemie, sie betrachtet vielmehr das Leben als einen Erscheinungskomplex für sich. Mit Claude Bernard gelangt der Autor zu der Auffassung, daß die einfachsten Elemente im Lebensprozeß physikalischer oder chemischer Natur sind, die Art der Zusammenordnung und des Zusammenwirkens dieser Elemente jedoch erst das Leben ausmachen.

Mit den naturphilosophischen Lebenstheorien befaßt sich Tschermak in der Weise, daß er einen klaren Überblick über die verschiedenen ausgesprochenen Ansichten gibt, ohne eine definitive Stellung zu nehmen, in der durchaus richtigen Stellungnahme, daß diese Theorien samt und sonders über die Grenzen des physiologischen Lehrgebiets hinausgehen. Nicht anders

hält er es mit der Frage nach der Herkunft der lebenden Substanz, deren Beantwortung nicht mit den Hilfsmitteln der Physiologie als experimentelle Erfahrungswissenschaft gegeben werden kann.

Die allgemeine Physiologie von *Tschermak* stellt eine Bereicherung unseres literarischen Wissens dar, von der wir hoffen dürfen, daß sie dazu beitragen wird, die Bedeutung, welche die Biologie im Kreise der Wissenschaften besitzt, in das rechte Licht zu setzen und anregen wird, dort biologisch zu arbeiten, wo man bisher vorgezogen hat, mehr historisch-deskriptiv oder gar rein spekulativ vorzugehen. Ein so ernstes Werk, wie dasjenige von *Tschermak*, verdient mehr als den flüchtigen Erfolg des Tages.

Leon Asher, Bern.

Kleine Mitteilungen.

Zur Psychologie des Rauchens. Die objektiven und subjektiven Wirkungen des Tabakrauchens sind sowohl in physiologischer als in psychologischer Hinsicht sehr verschieden. Die körperlichen Einwirkungen des Rauchens, welche sich bei den Anfängern am deutlichsten zeigen, belästigen, auch wenn sie stark ausgesprochen sind, den Rauchenden nicht immer in hohem Grade. Andererseits können sie bereits in geringem Maße dem Betroffenen unerträglich werden. Solche Individuen „vertragen“ den Tabak nicht. Diese körperlichen Einwirkungen erstrecken sich besonders auf die Schleimhaut des Mundes, Rachens, Auges und der Luftwege, auf Magen und Darmtrakt und auf das „Allgemeinbefinden“. Manche dieser Beschwerden können auch bei „Gewöhnten“ in Krankheitszuständen wieder stärker auftreten. Viele Zigarettenraucher tragen die Zigarre nicht, und manche Raucher keinen Pfeifentabak. Der Tabak ist, trotzdem ihm ein fördernder Einfluß auf die Adernverkalkung nachgesagt wird, immer eines der harmlosesten Narkotika, wofür es sich bei dem Übermaß seines Genusses, wie allerdings nicht selten der Fall ist, nicht gleichzeitig um einen Mißbrauch anderer bedenklicherer Nervenreize oder um gewisse schwerere körperliche Erkrankungen, z. B. des Herzens oder andere, seltenere Komplikationen handelt. Über das Wesen des Genusses und den Anlaß des Gebrauches des Tabaks gehen die Ansichten bekanntlich sehr auseinander. Daß trotz der verschiedenen Qualitäten der Tabake und des großen Gewichts, welches auf Herrichtung und Aufmachung, Art und Form des Rauchmaterials gelegt zu werden pflegt, beim Tabakgenuß die Illusion eine beträchtliche Rolle spielt, erkennt man daran, daß dieser im Dunklen meist erheblich beeinträchtigt ist. Viele suchen im Tabak bewußt eine bestimmte Wirkungsäußerung auf, Ablenkung von einem lästigen sich über Gebühr aufdrängenden Denkstoff, Beförderung des Morgenstuhlgangs, Zurücktreten eines gewissen Befangenheitsgefühls, allgemeine Anregung u. a. m. Zu diesen unmittelbaren Zielvorstellungen treten aber beim Rauchen auch einem zusammengesetzten Empfindungs- und Bewegungskomplexe unterbewußt angestrebte, dem Individuum nicht eigentlich erklärliche begleitende Sensationen und Effekte. Es ist nicht ohne Interesse, einige der letzteren näher zu beleuchten. Das Rauchen, namentlich das Inbrandsetzen des Tabaks, verlangt tiefere Inspirationen. Nun geht die fortgesetzt flache oder ungenügende Inspiration mit einem gewissen, nicht deutlich zum Bewußtsein kommenden Beklemmungsgefühl einher, besonders dann, wenn die Körperhaltung entsprechend ist. Bekümmerte oder

solche, die sich in einer „niederdrückenden“ Stimmung, „die klein macht“, z. B. beim fruchtlosen Grübeln, befinden, sinken oft unmerklich zusammen, komprimieren daher die Brust, wodurch die Atmung sich verflacht. Wird diese Gemütsbewegung noch stärker, so legt sich der Mensch womöglich auf das Gesicht oder vergräbt dieses (der symbolische Sinn dieser Ausdrucksbewegung ist der, nichts sehen und hören zu wollen oder sich zu verstecken). Dadurch wird die Respiration immer mehr behindert. Geht diese Gefühlslage wieder in die normale mit ihrem natürlichen Selbstgefühl über, „richtet sich“ der Mensch „auf“, so fühlt er sich freier und leichter, denn die Atemzüge werden tiefer und voller, das Quantum der „Reserveluft“, wie die Physiologie den noch ausatembaren, aber gewöhnlich in der Lunge zurückbehaltenen Gasinhalt benennt, zum Unterschiede von der bloßen „Expirationsluft“, wird größer. Alles dies läßt sich nun durch das Anzünden einer Zigarre sehr schön automatisch herbeiführen. Wird viel Reserveluft in der Lunge zurückbehalten, so entsteht beim Rauchen bei der Expiration wegen des geringeren Umfanges der letzteren das „Paffen“. Dieses ist im Gegensatz zu dem oben beschriebenen ein Zeichen von Behaglichkeit oder Selbstgefälligkeit, ein solcher Raucher befindet sich vorübergehend im Zustande eines „aufgeblasenen“ Menschen. Dies gilt natürlich nur vom Respirationstrakt unter normalen oder annähernd normalen Zuständen. Es handelt sich bei dieser Auseinandersetzung nicht um bloße scherzhafte Vergleiche. Der Sprachgeist ist oft ein feiner Beobachter (wenn auch nicht immer) und hat für die eben berührten Verhältnisse durchaus das Richtige getroffen. Es besteht kein Zweifel, daß vielen Körperhaltungen, ebenso wie den Ausdrucksbewegungen des Gesichts auch unwillkürliche mimische Bedeutung beizumessen ist. Umgekehrt ist wieder die Ausführung solcher Bewegungen oder Haltungen geeignet, die entsprechende Stimmung oder den entsprechenden Affekt hervorzurufen, wie jeder geschulte Redner oder Schauspieler weiß. Ja, bereits die Einleitung einer solchen Bewegung genügt oft dazu. Ganz ähnlich leistet nun die veränderte Attitüde beim Anzünden oder Rauchen einer Zigarette usw. ein „Aufatmen“ der Persönlichkeit. Analog wie mit dem oben angezogenen Mechanismus scheint es sich nun auch mit der Bedeutung der Unterkieferhaltung beim Rauchen in bezug auf die gewöhnlich angestrebte psychische Alteration des Individuums zu verhalten. Beim Rauchen muß bekanntlich der Unterkiefer (unter den normalen anatomischen Verhältnissen) etwas vorgestreckt werden, um die untere Zahnreihe möglichst senkrecht unter die obere zu bringen, damit die Rauchrolle gerade nach vorn gestreckt werden kann, da diese sonst nach unten umbiegt. Dazu ist zu bemerken, daß „originelle“ Menschen die Zigarre beim Rauchen anders im Munde halten können und daß beim Pfeiferauchen die Zahnreihen auch in etwas, wenn auch meist im ganzen nur wenig abweichender Stellung gehalten werden können. Nun ist bekannt, daß das Vorstrecken des Unterkiefers resp. der Lippen mimisch mit der Vorstellung des Kampfes oder Angriffes vergesellschaftet ist. Es ist gewissermaßen ein Rest derjenigen Haltung der Kiefer, welche das Fassen des Gegners mit den Zähnen ermöglichen soll. Diese mimische Bewegung erscheint deshalb beim Wortwechsel oder Streit oder auch bereits als stummes Zeichen des Widerstandes. Es gibt allerdings auch Raucher, die die Zigarette oder Zigarre nicht aus den Fingern lassen, dies sind meist Anfänger, Frauen oder Gelegenheitsraucher. Hier fällt die gedachte Haltung

des Mundes weg oder sie ist noch nicht eingeübt. Zu der erwähnten abgeänderten Haltung des Unterkiefers tritt ferner das leichte Zusammenbeißen der Zähne. Dieses ist symbolisch das Zeichen stärkerer Energieentfaltung und wird bekanntlich empfohlen, wenn wir an eine unsere Kräfte sehr in Anspruch nehmende Aufgabe herantreten oder unangenehme Eindrücke, Schmerzen u. dergl. zu erwarten haben. So liefert das Bild eines Rauchenden gleichzeitig jene mimischen Elemente, welche für das im Kampf oder Angriff befindliche Individuum charakteristisch sind. Dazu kommt dann noch das durch die „geschwellte Brust“ gehobene Selbstgefühl. Oben war nun gesagt worden, daß die Hervorrufung der körperlichen Äußerungen eines Affekts das Eintreten dieses selbst mindestens begünstigt oder erleichtert. Ist dies nun auch beim letztbezeichneten Vorgange der Fall? Noch niemals ist das Rauchen von einem einsichtigen Erzieher, auch wenn dieser selbst raucht und die teilweise wohlthätige Wirkung des Tabakgenusses zu schätzen weiß, einem jugendlichen Schutzbefohlenen empfohlen worden, und fast immer ist jener mindestens davon unangenehm berührt, wenn er in Erfahrung bringt, daß sein Zögling sich das ominöse Kraut verschafft hat; dieser wieder hat das Gefühl, daß er mit der Zigarre oder Zigarette eine höhere Staffel der Entwicklung erklommen hat, und greift gewöhnlich um so eher dazu, je fröhlicher sein psychisches Verhalten ist. Dieser wie jener haben im Grunde die Empfindung, daß der Tabakgenuß das Individuum selbstsicherer, unlenksamer, schwerer beeinflußbar zu machen vermag. Dies hängt nun mit der gewohnheitsmäßig erleichterten Bahnung derjenigen Attitüde zusammen, welche sonst mit Kampf, Streit und Widerstand assoziiert ist. Die Zigarre gibt dem Raucher häufig sozusagen etwas mehr Rückgrat; daraus folgt, daß namentlich diejenigen zu ihrem Gebrauche neigen, welche dies aus anderen Gründen manchmal sehr nötig haben, z. B. die Nervösen. Daß übrigens in solchen Fällen die, namentlich gehäufte, Wirkung des Tabaks leicht umschlägt, ist eine Sache für sich. Es sei indessen hier ausdrücklich hinzugesetzt, daß hiermit die Wirkung des Tabakrauchens natürlich nicht erschöpft ist, sondern daß sich jeweils beim Rauchen eine Reihe anderer allgemeiner, resp. teilweise ganz individueller Genußelemente anschließen können. Mit dem angeführten Zuge ist auch gut vereinbar, daß sehr feinfühlende Naturen oft eine spontane Abneigung gegen das Rauchen zeigen, und daß das Rauchen bei gewissen Gelegenheiten und aus gewissen Zirkeln verbannt bleiben muß. Alles dies hat man vor der allgemeinen Einführung des Rauchens wohl auch um vieles deutlicher gespürt. Vorstehendes ist als rein psychologische Betrachtung und insofern die genannten Sensationen unterbewußt zu bleiben pflegen, in der Wirklichkeit jedoch cum grano salis anzuwenden. Es sind ganz gewiß unter den Rauchern viele sehr friedliebende und sensitive Naturen, und es führen auch das Bedürfnis nach Reizmitteln des Intellekts und Gemüts, Nachahmung, Gewohnheit und mancherlei andere ursächliche Faktoren den Gebrauch herbei und unterhalten ihn. Ein in mancher Beziehung nicht uninteressantes Beispiel aus der Biographie sei zur Illustrierung hierhergesetzt. Durch viele eingehende Lebensbeschreibungen und veröffentlichte Briefe sind wir in den Besitz eines getreuen Bildes von *Franz Liszt* gelangt. *Liszt*, auf dem Gebiete seiner Anlage ein kühner, durch Fülle der Konzeptionen, durch Unermüdlichkeit und Tatkraft ausgezeichneter Neuerer, der in seiner Lebensführung mit gewissen Einschrän-

kungen zur Bedürfnislosigkeit neigend den größten Teil dessen, was er erworben hatte, für fremdes Interesse und fremdes Wohl spendete, wird seinem inneren Wesen nach als fast allzu gütige, weiche und nachsichtige Natur geschildert und war im Privatleben Verwicklungen mit den Nebenmenschen abhold. *Liszt* von etwas nervösem Temperament, war gewohnt schwere Zigarren zu rauchen. *W. Weißheimer* (Erinnerungen an *Richard Wagner*, *Franz Liszt* und viele andere Zeitgenossen, Stuttgart und Leipzig, 1898) erzählt, daß auch bei den privaten Musikabenden auf der Altenburg in Weimar, als die feinsinnige Fürstin *Caroline Wittgenstein* das Haus führte, immer starke Zigarren reichlich geraucht wurden. Diese Zigarren konsumierte die Fürstin auch selbst, da sie in ihren Mädchenjahren, während sie an langen Abenden ihrem Vater in der Rechnungsführung über seine ausgedehnten Güter in Polen zur Hand ging, von diesem in Anwendung ein wenig närrischer Kinderliebe genötigt worden war, gleich ihm selber schwere Zigarren zu rauchen. Es heißt nun weiter, daß an den besagten Musikabenden diese Zigarren erst verlöschten, wenn außergewöhnlich sublimen Stellen aus Tonwerken zu Gehör gebracht wurden, besonders wenn der Meister diese selber anhub. Auch während ihres späteren langjährigen Aufenthaltes in Rom behielt die Fürstin die Gewohnheit, Havannas zu rauchen, bei. *Adelheid v. Schorn* hat mitgeteilt (Zwei Menschenalter, Erinnerungen und Briefe, Weimar und Rom, 2. A., Stuttgart 1913), die Fürstin habe dortselbst eine durch ihre emanzipierten Allüren besonders auffällige Dame kennengelernt, die deshalb in ihren Kreisen den Beinamen „der Baron“ erhalten hätte und welche ebenfalls sehr starke Zigarren zu rauchen pflegte. Dies letztere habe nun der Fürstin mit einem Male dergestalt mißfallen, daß sie es seitdem nicht mehr über sich gewinnen konnte, selbst eine Zigarre zu rauchen.

E. J.

Über die Art, wie im Embryo (Keime) eines Wirbeltieres vom Hirn oder Rückenmarke aus die Nerven zu den von ihnen zu versorgenden Gebieten, den sog. Endorganen, gelangen, sind sich von Anfang an die Forscher uneinig gewesen. Man nimmt entweder an, daß jeder Nerv, sei er hinterher auch noch so lang, von seiner Ganglienzelle, die irgendwo in einem der genannten Zentren liegt, auswächst, oder man läßt ihn aus vielen kleinen Stücken entstehen, die jedes von einer Zelle im Verlaufe des späteren Nerven herühren und miteinander zu einem einheitlichen Nerven verschmelzen, oder endlich Nerv und Endorgan sind von Hause aus durch gewöhnliche Zellfortsätze verbunden, die sich erst später zu Nerven umbilden, vielleicht aber nur die Bahnen darstellen, längs denen die Ganglienzellen ihre Ausläufer auf die Wanderung schicken. Da sich solche feine Vorgänge nicht im lebenden Embryo verfolgen lassen, so war man fast ausschließlich auf die Beobachtung an dünnen Schnitten durch möglichst getreu (d. h. ohne Quellung, Schrumpfung oder sonstwie entstellende Veränderung) konserviertes Material angewiesen und stieß dabei natürlich auf manche Schwierigkeiten in der Deutung der Bilder, wie sie bei der Betrachtung der Präparate mit dem Mikroskope sich dem Auge darbieten. Auch jetzt sind die Ansichten in dieser Frage noch durchaus nicht völlig geklärt, aber man ist durch eine andere Arbeitsweise doch einen tüchtigen Schritt vorwärts gekommen, nämlich durch Operationen an lebenden Embryonen und neuerdings sogar durch Beobachtung-

gen an passenden Stücken eines solchen, die man künstlich am Leben erhält. Bereits 1901 hatte *R. G. Harrison* erst in Bonn, dann in Baltimore an Schnitten durch Lachskeime herausgefunden, daß jede Nervenfasern von einer Ganglienzelle auswächst, und 1907 (s. *Arch. Entwickl. mech.* Bd. 30, 2. Teil, 1910, S. 15 bis 33) sah er, wenn er von einem lebenden Froschkeime mit geschickter Hand ein Stück des Rückenmarkes herauschnitt und an dessen Stelle ein ebenso großes Stäbchen schob, das er aus dem geronnenen Blute erwachsener Frösche bereitet hatte, das Einwachsen von Nervenfasern in diesen dem Körper doch ganz fremden Stoff. Allerdings wieder nur an Schnitten. Dagegen gelang es ihm schon wenige Jahre später (s. *Journ. Exper. Zool. Philadelphia* Vol. 9, 1910, p. 787—846), winzige Stücke eines ganz jungen Froschkeimes noch ohne deutliche Nerven (in Tropfen¹⁾ von geronnener und sorgfältig sterilisierter Lymphe aus den Lymphsäcken erwachsener Frösche oder Kröten über 5 Wochen am Leben zu erhalten; ähnlich ging (ibid. Vol. 10, 1911 p. 63—84) unter seiner Leitung *M. T. Burrows* vor, indem er Stücklein von etwa 60 Stunden lang bebrüteten Hühnerkeimen in Hühnerblutplasma brachte. Dieses hielt sich auf Eis flüssig, gerann hingegen im Brutschranke und bildete so ein gutes Mittel für die zarten Gewebe; das Herz schlug darin noch einige Tage weiter. Auch *W. H.* und *M. R. Lewis* beobachteten (s. *Anat. Record Philadelphia* Vol. 6, 1912, p. 7—31) das Auswachsen von Nervenfasern beim Hühnchen, aber an Darmstücken, die ebenfalls mehrere Tage außerhalb des Embryos am Leben blieben, benutzten jedoch an Stelle des halbfesten ein flüssiges Mittel (das Lockesche Gemisch von Natrium-, Kalium-, Calciumchlorid und Natriumbikarbonat unter Zusatz von etwas Dextrose) und fanden dies sogar besser als jenes, da nun die feinen Nervenfasern im Bestreben, sich an feste Körper anzuschmiegen, ausschließlich am Deckglase entlang wuchsen, also der Beobachtung leichter zugänglich waren. *Harrison* wiederum (s. *Journ. Exper. Zool.* Vol. 17, 1914, p. 521 bis 544) machte sich dieses Bestreben — man bezeichnet es gemeinlich als Stereotropismus oder Thigmotaxis, ohne jedoch hierdurch irgendeine Erklärung dafür zu geben — in der Weise zunutze, daß er in über 200 Experimenten Teile von Frosch- oder Hühnerkeimen in Tropfen von Lymph- oder Blutplasma brachte, die auf Spinnweben ruhten; er sah dann die Nerven längs den oft unmeßbar feinen Fäden weiterkriechen, auch Pigment- und andere Zellen Fortsätze an diesen entlang aussenden. Dagegen kam es nie zum Auswachsen von Nervengewebe frei in eine Flüssigkeit hinein. — Um die **Verpflanzung von Hautstücken** eines ungeborenen Meerschweinchens in ein anderes, erwachsenes hatte sich bereits 1902 *Loeb* in Chicago (s. *Arch. Entwickl. mech.* Bd. 13, S. 487—506) mit

dem Erfolge bemüht, daß diese wie in einem „lebenden Brutofen“ weiter gediehen; dasselbe war der Fall, wenn er sie in eine Gallerte von Agar-Agar oder geronnenes Blutserum brachte. In der nämlichen Richtung sind neuerdings die Amerikaner *S. J. Holmes* und *J. C. Johnson* vorgegangen (s. *Journ. Exper. Zool.* Vol. 17, 1914, p. 281—295, und *Univ. California Publ. in Zool.* Vol. 16, 1915, p. 55—62): sie übertragen frische Stücke von Amphibienkeimen in ein Gemisch gleicher Teile von Blutserum und steriler 2-prozentiger Lösung von Grublerscher Nährgelatine; dieses ist bei gewöhnlicher Temperatur halbfest und liefert so ein vortreffliches Mittel, worin das Herz noch eine Woche lang schlagen kann, auch die Oberhaut mehrere Monate am Leben bleibt und sich sogar weiter entwickelt. Dabei wächst sie an den Rändern in ganz feine, dünne Häutchen aus, die gegen allerlei Schädlichkeiten ungleich empfindlich sind: sie können sich auf solche Reize rasch fast völlig zusammenziehen, dehnen sich aber nachher meist so weit aus wie früher. Ähnlich, obwohl nicht so tätig, verhielten sich Hautfetzen von erwachsenen Fröschen. Auf derartigen Eigenschaften der Hautzellen beruht offenbar die Bedeckung der Wunden durch frische Haut, die von allen Seiten her über die offenliegende Stelle hinwächst und sie zuletzt ganz einhüllt. Auch das oben erwähnte Bestreben der Nerven zum Weiterwachsen in halbfesten Mitteln mag von großer Wichtigkeit für die Chirurgen werden, insofern es die Vereinigung durchschnittener Nervenstämme erleichtern kann.

M.

Über die **Empfindlichkeit eines Süßwasserfisches** gegen Änderungen in der Beschaffenheit des Wassers hat *W. E. Garrey* vor kurzem (s. *Amer. Journ. Physiol.* Vol. 39, 1916, p. 313—329) Ergebnisse veröffentlicht, die in einigen Beziehungen denen widersprechen, über die wir früher berichtet haben. Der Fisch *Notropis biennius*, nur 4—6 cm lang, ist im Mississippi und Missouri, also weit vom Meere, zu Hause, läßt sich aber ohne Schwierigkeiten an das Leitungswasser von St. Louis gewöhnen, das infolge seiner Reinigung mit Kalk und Ferrosulfat deutlich alkalisch reagiert. Erst wenn die Tiere hierin wenigstens 14 Tage zugebracht hatten, wurden sie zu den eigentlichen Versuchen benutzt: je 2 oder 3 kamen in 100 ccm der zu erprobenden Flüssigkeit, und diese wurde alle Tage gewechselt, aber keine Nahrung hingegeben. Es zeigte sich nun zunächst, daß sie genau so gut wie im alkalischen Leitungswasser auch in doppelt destilliertem, ganz neutralem Wasser und nicht minder lange in Seewasser gediehen, falls dieses mit letzterem so weit verdünnt (30+70) war, daß seine Konzentration der des Fischblutes gleichkam. Viele andere Versuche galten der Ermittlung, wie weit die Chloride des Natriums, Kaliums, Calciums und Magnesiums entweder allein oder in sich gegenseitig entgiftenden Gemischen das Leben der Fische schädigten; auch hier war eins der Hauptresultate, daß die Lösungen nicht stärker an Salzen sein durften als das Blut. — Einen Zweifel in diese Angaben zu setzen, liegt ebenso wenig Grund vor, wie in die von *Wells*, man ersieht daraus jedoch, wie wenig man von einer Fischart auf die andere schließen darf, und wie vieler Einzelarbeiten es noch bedarf, um uns auch nur einigermaßen zum Verständnis dieser so verwickelten Beziehungen gelangen zu lassen.

M.

¹⁾ Er verfuhr dabei nach der sog. Methode des *Hangenden Tropfens*, die etwa in folgendem besteht: die Flüssigkeit mit dem zu untersuchenden Gegenstande, z. B. einen Wassertropfen mit Infusorien darin, bringt man auf ein Deckglas, dreht dieses geschickt um und legt es auf einen Glasring so, daß der Tropfen nirgends anstößt, also frei schwebt. Der Ring ist mit einem Tragglase (Objektträger) luftdicht befestigt, und man braucht jetzt nur noch das Deckglas mit Paraffin oder dgl. auf dem Ringe zu verkitten, damit das Wasser nicht verdunstet. Man beobachtet so den Gegenstand nur von oben her durch das Deckglas.

Akademieberichte.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen
Akademie der Wissenschaften.4. November. Sitzung der mathematisch-physikalischen
Klasse.

Herr A. Sommerfeld legte eine Arbeit vor: *Zur Quantentheorie der Spektrallinien, Ergänzungen und Erweiterungen*. Dieselbe knüpft an frühere Arbeiten des Verfassers über Wasserstoff-ähnliche Spektren an und erweitert diese auf die einfachsten Wasserstoff-unähnlichen Spektren, insbesondere die von Helium und den Alkalien. (Erscheint in den Sitzungsberichten.)

Herr S. Finsterwalder legte für die Sitzungsberichte vor zwei Abhandlungen: a) Prof. Dr. H. Liebmann: *Der allgemeine Malussche Satz und der Brunssche Abbildungssatz*; b) Prof. Dr. H. Mohrmann in Clausthal: *Gewundene reelle Kurvenzüge beliebig hoher Ordnung ohne reelle Singularität*.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen
Akademie der Wissenschaften.9. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen
Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Herr Planck.

1. Herr Müller-Breslau las: *Beitrag zur Theorie elastischer Ringe mit hochgradig statisch unbestimmter innerer Versteifung*.

2. Herr F. E. Schulze berichtete über *Erhebungen der Mundschleimhaut bei den Sciuromorpha — den Eichhörnchen ähnlichen Nagetieren*. (Ersch. später.) Auch hier schlägt sich die äußere Behaarung der Oberlippe und Wange nach innen, zur Bildung eines „Implexum pellitum“, um, an dem jedoch bei den einzelnen Gattungen besondere nackte Stellen vorkommen. Diese scheinen als feinere Tastorgane zu dienen, während die behaarten Partien für den Schutz gegen Verletzungen bestimmt sind.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie
der Wissenschaften in Wien.16. November. Sitzung der mathematisch-naturwissen-
schaftlichen Klasse.

Dr. Heinrich Freiherr v. Handel-Mazzetti übersendet einen Bericht über den Fortgang seiner botanischen Forschungsreise in Südwestchina.

Das k. M. Hofrat E. Heinricher übersendet eine Arbeit des a. o. Prof. A. Wagner unter dem Titel: *Entwicklungsänderungen an Keimpflanzen; ein Beitrag zur experimentellen Morphologie und Pathologie*. Diese Arbeit enthält den Bericht über das Ergebnis von Dekapitierungsversuchen an Keimpflanzen; die an den Kotyledonen und Hypokotylen der zwölf Versuchspflanzen aufgetretenen Entwicklungsänderungen werden an der Hand von 36 Photographien auf 3 Tafeln und 3 Textfiguren morphologisch, histologisch und physiologisch eingehend analysiert; desgleichen wird über die dabei zur Auslösung gelangenden Regenerationsfähigkeiten berichtet.

Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie
der Wissenschaften (Stiftung Heinrich Lanz).18. November. Sitzung der mathematisch-naturwissen-
schaftlichen Klasse.

Vorsitzender: Herr Bütschli.

Der Vorsitzende gedenkt mit ehrenden Worten des schweren Verlustes, den die Klasse durch das Hinscheiden ihres a. o. Mitgliedes V. Czerny, das in seiner Wissenschaft und Kunst eine hervorragende Zierde unserer Akademie war, erfahren hat. Zum Zeichen ehrenden und bleibenden Andenkens an den Entschlafenen erheben sich die Mitglieder.

Hierauf beschäftigte sich die Klasse mit der Erledigung von Wahlen und eines Gesuches um Unterstützung wissenschaftlicher Forschungen.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Physikalische Zeitschrift; Heft 20, 1916.

Zum Ursprung der γ -Strahlenspektren und Röntgenstrahlenserien; von Richard Swinne. Nach dem Rutherford-Bohrschen Atommodell unterscheiden sich die im natürlichen System benachbarten Elemente auch durch die Abmessungen ihrer Elektronenbahnen. Entsprechend werden die evtl. erregten Röntgen-serien der Radioelemente beeinflusst, auch steht unter Umständen die Aussendung gewisser, allein beim Radiozerfall auftretender γ -Strahlen zu erwarten. Deren Berechnung setzt die Kenntnis der Energie sowie der Elektronenzahl der einzelnen Elektronenanordnungen der Atome voraus; hierzu werden die in den Röntgen-serien zutage tretenden Sommerfeldschen Fernstrukturen sowie die Kossel-Wagnersche Verknüpfung dieser Serien erörtert.

Zur Theorie des Zeemaneffektes der Wasserstofflinien, mit einem Anhang über den Starkeffekt; von A. Sommerfeld. Nachdem Verfasser in einer zusammenfassenden Arbeit in den *Annalen der Physik* gezeigt hatte, daß das Bohrsche Atommodell zusammen mit der auf mehrere Freiheitsgrade erweiterten Quantentheorie die Spektren der Wasserstoff- und der wasserstoffähnlichen Linien (einschl. der Röntgenspektren) mit außerordentlicher Vollständigkeit abzuleiten gestattet, und nachdem der Starkeffekt bei Wasserstoff von derselben Grundlage aus durch Schwarzschild und Epstein erklärt war, entstand die Frage, ob auch der Zeemaneffekt sich dem Bohrschen Schema fügt. Die Frage ist in einem Hauptpunkt zu bejahen — das normale Lorentzsche Triplett der Aufspaltung wird quantitativ richtig wiedergegeben — in anderen

Punkten aber zu verneinen (überzählige Komponenten, Pascher-Back-Effekt).

Quantenhypothese und Zeemaneffekt; von P. Debye. (Nach einer am 3. Juni 1916 der Göttinger Ges. d. Wiss. vorgelegten Notiz.) Als Quelle der Strahlung hat man bis jetzt durchweg quasielastisch gebundene, schwingende Elektronen angenommen, sofern man eine Erklärung für den Zeemaneffekt geben will. Andererseits wird der Erklärung der Spektralserien nur das fundamental verschiedene Rutherford-Bohrsche Atommodell mit den zugehörigen Quantenforderungen gerecht. Die Notiz versucht eine Theorie des Zeemaneffektes auf Grund des letzteren Bildes. Die Grundlage bildet eine an Schwarzschild direkt anschließende, inzwischen von Epstein unabhängig formulierte Quantenforderung, welche in allgemeiner Form für alle solche Systeme aufgestellt werden kann, deren Bewegungsgleichungen aus einem allgemeinen Hamiltonschen Variationsprinzip gefolgt werden können.

Die Feinstruktur wasserstoffähnlicher Spektren; von P. Debye. (Nach einer am 24. Juni 1916 der Göttinger Ges. d. Wiss. vorgelegten Notiz.) Das oben genannte Prinzip wird dadurch auf seine Richtigkeit hin geprüft, daß es benutzt wird, um die Komplexität der Wasserstofflinien zu erklären unter der im Sommerfeldschen Sinne herangezogenen relativistischen Veränderlichkeit der Elektronenmasse.

Meteorologische Zeitschrift; Heft 9, September 1916.

Kalenderreform und Meteorologie; von W. Köppen.

Die Periode der Sonnenrotation im jährlichen Gang der Lufttemperatur und ihre Anwendung auf andere

meteorologische Elemente; von H. Henze. Es wird der Nachweis zu führen gesucht, daß Störungen der Sonnentätigkeit in irdisch-atmosphärischen Vorgängen sich unter dem Einfluß der Sonnenrotation von W nach E fortschreitend erhalten und einer etwa 26-tägigen Periode unterliegen.

Über Mittelwerte von Vektorpaaren mit Anwendungen auf meteorologische Aufgaben; von H. U. Sverdrup. Die Aufgabe, aus einer Reihe einander paarweise zugeordneter Vektoren das mittlere Vektorpaar zu bestimmen, wird behandelt, und Formeln für das Verhältnis der Skalarwerte der mittleren Vektoren und für den Winkel zwischen denselben werden abgeleitet. Weiter wird gezeigt, daß die zur Berechnung dieser Größen bis jetzt verwendeten Formeln, die keine Rücksicht auf die Vektornatur der Aufgabe nehmen, meistens genügen. Als Beispiele dienen die Vektorpaare Wind—Druckgradient und Wind am Erdboden—Wind in der Höhe.

Die Gewitterregen vom 9. und 10. Juli 1916 in Wien; von Wilhelm Schmidt. Das erste der beiden besprochenen Gewitter brachte den heftigsten Niederschlag, der seit Einführung genauer Niederschlagsregistrierungen in Wien auftrat, d. i. 19,3 mm in 10 Min., im ganzen 93,3 mm. Das zweite fällt durch die große Stärke des heftigsten Windstoßes, d. i. 127 km/h, auf, wie sie vorher nur einmal im Winter gemessen worden war. In beiden Fällen stimmen Druckanstieg und Windgeschwindigkeit sehr gut mit der Theorie, welche in derartigen Böen einen Einbruch kälterer Luft sieht.

Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt; Jahrgang 34, Heft 1, 1916.

Der Einfluß längeren Naßhaltens auf das spätere Schwinden von Beton beim Erhärten an der Luft; von M. Rudeloff.

Zersetzungserscheinungen an Gußeisen; von O. Bauer und E. Wetzel. Die Arbeit befaßt sich mit den Entstehungsursachen der vielfach mit „Gußeisengraphitierung“ oder „Eisenkrebs“ bezeichneten Zersetzung von Gußeisen. Die Erscheinung beruht auf Herauslösung des Eisens und eines Teiles seiner metallischen Beimengungen unter Zurücklassung des Graphits und ist in diesen grundlegenden Vorgängen dem Rostangriff ähnlich. Die Entstehung der Zersetzung ist nicht an Mitwirkung elektrischer Ströme gebunden. Es wird weiter gezeigt, daß nicht nur graues, sondern auch „weißes“ Eisen zersetzt werden kann.

Normen für Erzeugnisse der Asphaltindustrie; von J. Marcusson. Untersuchungen, um die auf dem Gebiete der Asphalte herrschende Begriffsverwirrung zu beheben, haben dazu geführt, daß man nunmehr mit genügender Sicherheit die natürlichen Asphalte von den künstlichen unterscheiden und auch die einzelnen Asphaltarten in Mischungen nachweisen kann, in manchen Fällen sogar Natur- neben Kunstasphalt quantitativ bestimmen kann. Um der Bauindustrie die sachgemäße Auswahl der Asphalte zu erleichtern, schien die Festlegung der Anforderungen geboten, welche an die verschiedenartigen Asphaltprodukte zu stellen sind. Verf. gibt eine Zusammenstellung und kritische Sichtung der schon bestehenden zerstreuten und zum Teil wenig bekannten Lieferungsbedingungen von Behörden und privaten Großverbrauchern. Die Zusammenstellung soll schon jetzt gewisse Anhaltspunkte bei der Auswahl des Materials bieten, andererseits als Grundlage für die weitere Bearbeitung der Normenfrage dienen.

Nachweis von Tran in Ölen, Fetten und Seifen (2. Mitteilung); von J. Marcusson und H. v. Huber. Das zuverlässigste Verfahren zum Nachweis von Tran ist die von den Verf. früher bearbeitete Octobromidprobe; sie beruht auf der Bildung unlöslicher Bromide der Clupanodonsäure. Die Reaktion tritt jedoch nicht ein bei erhitzten Tranen, weil in diesen die Clupanodonsäure polymerisiert ist. Solche Öle werden durch die

Tortelli-Jaffesche Farbenreaktion, ihr hohes spezifisches Gewicht und ihre hohe Zähigkeit erkannt. Einzelne Knochenöle geben ebenso wie Trane Octobromide, jedoch nur in ganz geringfügiger Ausbeute. Sie werden durch ihre niedrige, unter 100 liegende innere Jodzahl gekennzeichnet.

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 12, 1916.

Zwei neue Lokalformen des Tigers aus Zentralasien; von Ernst Schwarz. Diagnosen zweier neuen Formen, die dem armenisch-nordpersischen Tiger (*Felis tigris septentrionalis*, Satania) durch geraden Rücken, ungestreifte Vorderbeine und Neigung zur Mähnenbildung nahestehen. Beide haben sehr regelmäßige Zeichnung, die eher aus langgezogenen Rosetten als aus Streifen besteht. Der Lop-nor-Tiger (*F. t. leocogi*) ist sehr hell, der Ili-Tiger (*F. t. trabata*) dunkler gefärbt.

Zur vergleichenden Morphologie des Coleopterenabdomens und über den Kopulationsapparat des Lucanus cervus; von K. W. Verhoeff. Verfasser beweist, daß Berleses Ansicht von der elfringeligen Zusammensetzung des Coleopterenabdomens unrichtig ist und zeigt, daß gerade aus Berleses Darlegungen die vom Verfasser wiederholt auseinandergesetzte zahnringelige Natur desselben klar hervorgeht. — Der bisher nur sehr unvollständig bekannte männliche Kopulationsapparat des Hirschkäfers wird vergleichend morphologisch und physiologisch erörtert und durch Abbildungen erläutert. Im Anschluß daran unterscheidet V. extra- und intravaginale Parameren, je nachdem diese dilatatorische Vaginalzangen oder äußerliche Stützen abgeben.

Die europäischen Arten der Chalcididengattung Smicra; von Anton Krausse. Von diesen auffälligen großen Schlupfwespen werden die europäischen Arten behandelt: Sispes L. 1761, Myrifex Sulzer 1776, Melanaris Dalman 1818, Bigettata Spinola 1808, Microstigma Thomson 1875, Wolffii m. nov. spec. (Strigosa Costa 1864).

Zoologischer Anzeiger; Band 47, Heft 13, 1916.

Zur Verbreitung des Cyclops crassicaudis Sars; von Bernhard Farwick. Die Zahl der deutschen Cyclopsarten ist durch Einfügung von Cyclops nanus Sars und der Varietät denticulata von serrulatus in das Verzeichnis von van Douwe, Heft 11 der Süßwasserfauna A. Brauers, auf 29 gestiegen. 4 Arten davon, bisetosus, clausi, crassicaudis und diaphanus waren bislang im Rheingebiet nicht nachgewiesen. Nach Entdeckung des Cyclops crassicaudis Sars in Wasseransammlungen des Ennertberges bei Rüdinghoven bei Beuel 25. April 1916, von dem bisher nur 3 Fundorte in Deutschland vorlagen, ist die Vermutung nicht abzuweisen, daß auch die noch fehlenden 3 Arten im Rheingebiet aufgefunden werden.

Zoologischer Anzeiger; Band 48, Heft 1, 1916.

Über die Erbllichkeit der Inversion der Mollusken-schale; von J. Dewitz. Der Verfasser bezieht sich auf einen Artikel von P. Hesse über die Vererbung der verkehrten Windung bei Schnecken-schalen (Zoolog. Anz. Bd. 44, S. 377) und führt einen von ihm selbst beobachteten Fall auf. In einer Wassergrube in Metz fand er etwa 30 Stück links gewundene Exemplare von Limnaea palustris Müller. Die Nachkommen, einige hundert Exemplare, dieser Abnormitäten waren sämtlich rechts gewunden. Erwähnt werden einige Angaben von französischen Autoren, nach denen mit Helix aspersa das gleiche Zuchtergebnis erhalten wurde.

Bemerkungen über die Systematik der achtarmigen Cephalopoden; von Joh. Thiele. Für eine unter dem Namen Cirrotenthis macrope beschriebene kalifornische Art wird eine Gattung Hymenotenthis aufgestellt, die sich zunächst an die von der deutschen Tiefsee-Expedition gefundene Vampyrotenthis anschließt und eine

Reibplatte besitzt. Deren Ausbildung ist für die Systematik der achtarmigen Cephalopoden ebenso wichtig wie für die der Gastropoden. Die beiden genannten Gattungen vermitteln zwischen den Gruppen mit einer Radula und denen ohne solche, unter welchen *Staurotenthis* am ursprünglichsten zu sein scheint.

Zwei Schwämme aus dem Tanganjikasee (*Spongilla moorei* Evans und *Potamolepis stendeli* n. sp.); von G. Jaffé. Vorliegende Arbeit enthält die Beschreibung der von Evans aufgestellten Form *Spongilla moorei* Evans sowie die Neubeschreibung von *Potamolepis moorei*. Die vom Verfasser untersuchten Exemplare unterschieden sich durch eine weniger gewellte Oberfläche sowie eine geringere Anzahl von Oscula von Evans' Beschreibung. Der scharfe Unterschied zwischen Amphioxen und Amphitornoten sowie die strenge Symmetrie, die Evans bei den Nadeln mit kugeligen Anschwellungen beschreibt, konnte Verfasser nicht feststellen. Die zweite Form gehört der Gattung *Potamolepis*, die sich durch ihre besondere Festigkeit auszeichnet, an. Seine Nadeln bestehen aus sehr großen, starken, leicht gekrümmten Amphitrongylen, die in sehr dichter Anordnung gelagert sind. Ein Achsenfaden ist an der intakten Nadel, infolge ihrer Stärke, nicht zu erkennen. Gemmulae wurden in den untersuchten Exemplaren, wie überhaupt in der Gattung *Potamolepis*, nicht gefunden.

Die Gephyreenausbeute der Deutschen Tiefsee-Expedition (1898–1899); von W. Fischer. Diese Ausbeute enthält 14 Sipunculiden, 3 Echiuriden und 2 Priapuliden, darunter 3 neue Arten, auch konnte *Thalassima squirruosum* Stueler von den Kerguelen, das bis jetzt nur äußerlich beschrieben wurde, genauer untersucht werden. Interessant ist die Ausbreitung von 3 nordischen Arten, des *Sipunculus norvegicus* Kor. et Dan., des *Physcosoma abyssorum* Southern und des *Phascolosoma muricandatum* Southern durch die Tiefsee nach Süden sowie des *Physcosoma japonicum* Grube bis nach Südafrika (Francisbucht). Die 3 neuen Arten *Phascolosoma chunii*, *Phascolion valdiviae* und *Arpadosiphon rutilo-fuscus* werden eingehender beschrieben. Den Schluß bilden Erörterungen über die Lebensweise dieser meist in größeren Meerestiefen vorkommenden Würmer, gefolgt aus den anatomischen und histologischen Befunden.

Die Metamorphose einiger Harpacticidengenera; von P. A. Chappuis. Es wurden untersucht die Genera: *Canthocamptus*, *Maracanthotus*, *Moraria*, *Epactophanes* und *Vignicrella*, wobei sich herausstellte, daß bei jedem Genus die Reihe der Entwicklungsstadien sich verschieden darstellt. Die ersten drei besitzen 8, die zwei folgenden 6 Naupliusstadien. Die Behauptung Haberborchts, daß *Canthoc. varius* zur Gattung *Moraria* gehöre, wird auf entwicklungsgeschichtlichem Wege bewiesen, und zugleich auf die Wichtigkeit des Studiums der Entwicklung der verschiedenen Harpacticidengenera zwecks Aufstellung einer natürlichen Systematik hingedeutet.

Zoologischer Anzeiger; Band 48, Heft 2, 1916.

Calamaria borneensis Blkr. nov. subsp.; von Hans Holtzinger-Tenever. Verfasser beschreibt eine neue Farbenvarietät von *Calamaria borneensis* Blkr., die als var. *ventrimaculata* den beiden von Boulenger, Cat. Sn. II S. 347 angegebenen hinzuzufügen sei.

Über die großen afrikanischen Trombidien; von Anton Krauss. An der Hand eines umfangreichen Materials von afrikanischen Färbemilben aus den Museen zu Berlin und Frankfurt am Main konnte Verf. feststellen, daß zwei Arten auseinander zu halten sind: *Trombidium tinctorium* (L.) und *Trombidium Zarnieki* nov. spec.

Zur Kenntnis des Mitteldarms der Spinnen; von Clara Hamburger. Verf. beschreibt an der Hand der Resultate früherer Forscher sowie eigener Untersuchungen an Aviculariden den aphilothorakalen Teil des Mitteldarms der Spinnen. Die dicht hinter dem Saugmagen vom Mitteldarm ausgehenden nach vorn und biegenden Schläuche geben i. d. R. 5 Paar Coeca ab, deren vorderstes, nach vorn gerichtetes von den übrigen, zu den Beinen führenden abweichend gebaut ist und bei gewissen Formen, z. B. *Tegenaria*, *Agelena*, *Lycosa* sowie den Aviculariden miteinander verwachsen ist und zur Bildung eines sog. Ringmagens führt. Die seitlichen Coeca enden entweder in den Coxen der Beine oder biegen nach der Ventralseite um und erstrecken sich vielfach bis unter die suboesophageale Nervenmasse, wo sie, bei den Aviculariden, sich vielfach verzweigen und miteinander anastomosieren können.

Ein neuer Opilionide; von Adolf Müller.

Hyänologische Studien; von Georg Grunpe. Die überaus seltene Zucht der Tüpfelhyäne, die 1915 den Leipziger Zoologischen Garten gelang, gab Gelegenheit, nach Wesen und Ursache der merkwürdigen Sexualverhältnisse zu forschen. In der Ausgleichung der sekundären Geschlechtsmerkmale ist die *Crocotta* am weitesten fortgeschritten, so daß bei ihr die Kopulationsorgane in beiden Geschlechtern fast vollständig übereinstimmen. Hieraus lassen sich neben der Seltenheit der Zucht auch die Märschen vom Hermaphroditismus der Tüpfelhyänen erklären. Ferner gab diese Tatsache Veranlassung, eine generische Abtrennung der *Crocotta* (Kaup 1829) von der Zimmermannschen *Hyaena* (1777) vorzuschlagen, um zugleich endlich etwas mehr Luft in die Systematik dieser Gruppe zu bringen. Den Beschluß bildet eine Aufzählung von Einzelheiten über die Aufzucht dieser merkwürdigen Raubtiere.

Über trommelnde Spinnen; von Heinrich Prell.

Zoologischer Anzeiger; Band 48, Heft 3, 1916.

Die Ctenophorengattung *Pleurobrachia* in der nördlichen Adria. Notizen über die Fauna der Adria bei Rovigno; von Thilo Krumbach. Variationsstatistische Untersuchung von 260 Exemplaren der Kammqualle *Pleurobrachia*. Es werden die Wuchsformen einer Frühjahrsgeneration festgestellt und die Veränderungen der meisten Organe während des Wachstums verfolgt. Je größer das Tier wird, desto größer werden absolut und relativ Mund und Magen und die Fangarme. — Ein Anhang stellt die Veränderungen fest, die das Tier bei der Konservierung erleidet, und findet einen Weg, aus dem konservierten Tier die Maße des lebenden zu errechnen.

Studien über die ectodermalen Teile der Geschlechtsorgane einiger Mallophagengattungen; von Henrik Strindberg. a) Männchen: Das Kopulationsglied stellt eine Ringfalte dar, liegt in der Ruhe immer in dem Genitalraum, ist ventral öfter mit zwei freien oder basal vereinigten Ausstülpungen (Parameren) versehen und besitzt immer ventral eine unpaare, stark kitinisierte Ausstülpung (Basalplattensack), die als Stütze und Befestigung für Längsmuskeln dient. *Ductus ejaculatorius* ist proximal immer mit vier freien Anhangsdrüsen (Ectadenien) versehen, von denen die beiden medianen als Samenbehälter (*vesicula seminalis*) dienen. b) Weibchen: Auch die *Amblyceren* können eine wohl entwickelte aber wenig kitinisierte *Spermatheca* besitzen, die bei verschiedenen Arten im Gegensatz zu den *Isalmoceren* eine stark verschiedene Gestalt besitzt.

Diagnosen neuer Anopluren. III; von H. Fahrenholz.

Hirudinées péruviennes; von M. Weber.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin

Heft 51.

22. Dezember 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Ueber einige Erfahrungen und Beobachtungen im Flugzeug. Von *Dr. C. Wieselsberger, Göttingen*. S. 829.

Ueber den gegenwärtigen Stand der Seidenbaubewegung in Deutschland. Sammelreferat. Von *Dr. Hans Walter Frickhinger, München*. S. 832.

Besprechungen:

Fliess, Wilhelm, Vom Leben und vom Tod. Von *E. Küster*. S. 835.

Sikora, Hulda, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der Kleiderlaus (*Pediculus vestimenti* Nitzsch). Von *Albrecht Hase*. S. 836.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Bulgarien. S. 836.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Berliner Zweigverein): Einige seltene Haloerscheinungen.

Der Einfluß der Edertalsperre auf den Hagelfall. Die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes. S. 837.

Chemische Mitteilungen:

Ueber eine neue Methode zur Trennung von Wasserstoff und Methan sowie über die Katalyse von Knallgasgemischen. Ueber die Anwendung des metallischen Calciums in der Gasanalyse. Ueber Unterschiede in der Beschleunigung der Kjeldahlisation von Kohle und Koks. Die Herstellung von Holzgas in der städtischen Gasanstalt Helsingfors. Koksbricketts. S. 837-840.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. S. 840.

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg. S. 840.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1917

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVIII. Jahrgang

In zwei Bänden

I. und II. Teil in Leinwand gebunden Preis Mark 4.80

I. Teil in Kunstleder, II. Teil in Leinwand gebunden Preis Mark 5.60

(Siehe Bestellkarte in dieser Nummer)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Flugtechnische Bücher

aus dem Verlag von Julius Springer in Berlin

Leitfaden der Flugtechnik

Für Ingenieure, Techniker und Studierende

Von

Professor **Siegmund Huppert**

Ingenieur, Direktor des Kyffhäuser-Technikums Frankenhausen a. Kyffh.

Mit 235 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik

Von

Dr. Oscar Martiensen

Kiel

Mit 75 Textfiguren — Preis M. 5.40; in Leinwand gebunden M. 6.—

Beitrag zur Berechnung der Luftschrauben unter Zugrundelegung der Rateauschen Theorie

Von

Dipl.-Ing. **Claude Dornier**

Ingenieur der Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H., Friedrichshafen

Mit 66 Textfiguren — Preis M. 5.—

Die Stabilität der Flugzeuge

Einführung in die dynamische Stabilität der Flugzeuge

Von

Professor **G. H. Bryan**

Übertragen von Dipl.-Ing. H. G. Bader, Assistent an der Technischen Hochschule zu Dresden

Mit 40 Textfiguren — Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 7.—

Strömungsenergie und mechanische Arbeit

Beiträge zur abstrakten Dynamik und ihre Anwendung auf Schiffspropeller, schnellaufende Pumpen und Turbinen, Schiffswiderstand, Schiffssegel, Windturbinen, Trag- und Schlagflügel und Luftwiderstand von Geschossen

Von

Paul Wagner

Oberingenieur in Berlin

Mit 151 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 10.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Über einige Erfahrungen und Beobachtungen im Flugzeug.

Von Dr. C. Wieselsberger, Göttingen.

Erfahrungen und Beobachtungen im Flugzeug bilden neben den systematischen Versuchsflügen eine wesentliche Grundlage für die Konstruktion der Flugzeuge; sie setzen in den Stand, wertvolle Anregungen für die weitere Ausgestaltung und Verbesserung zu geben, bzw. die Brauchbarkeit von Neuerungsvorschlägen zu beurteilen. Es ist daher vielleicht von Interesse, wenn im folgenden hierüber einige Mitteilungen gemacht werden.

Einen normalen Flug kann man in drei Teile zerlegen, nämlich: Start, eigentlicher Flug und Landung. Im Hinblick auf die Schwierigkeiten ergibt sich indessen eine andere Reihenfolge. Der eigentliche Flug bietet bei ruhiger, stabiler Wetterlage, so eigentümlich das vielleicht auch klingt, verhältnismäßig die geringsten Schwierigkeiten, sofern er nicht etwa infolge spezieller Aufträge oder langer Dauer besondere Anforderungen stellt. An zweite Stelle ist dann der Start zu setzen, während schließlich die Landung die meisten Anforderungen an die Geschicklichkeit und Erfahrung des Führers stellt. Beim Start zeigt sich zunächst, daß es dem Anfänger Schwierigkeiten bereitet, in geradliniger Richtung zu starten. Die gerade Startrichtung ist aber erforderlich und meist durch das gegebene Gelände und durch die Windrichtung bedingt. Ferner kann man bei einer Landung auf freiem Gelände leicht in die Lage versetzt werden, daß zum Start nur ein schmaler Geländestreifen zur Verfügung steht und in diesem Falle ist der geradlinige Start unbedingt notwendig. Er bietet deshalb Schwierigkeiten, weil zunächst wegen der rechtslaufenden Schraube (in Flugrichtung gesehen) die meisten Maschinen die Neigung besitzen, eine Linkskurve zu beschreiben. Dies ist sowohl in der Luft als auch schon beim Start der Fall und muß durch einen entsprechenden Ausschlag des Seitensteuers verhindert werden. Das Flugzeug wird aber auch durch Unebenheiten des Bodens von der geraden Richtung abgelenkt und es ist daher eine dauernde Betätigung des Seitensteuers während des Startes nötig. Dazu kommt noch, daß der Steuerausschlag α von der Relativgeschwindigkeit v des Flugzeuges zur Luft abhängig ist und zwar ist der durch die Luftströmung erzeugte Steuerdruck p proportional $v^2 \alpha$. Bei gleichen Störungskräften ist demnach der erforderliche Steuerausschlag $\alpha \sim \frac{1}{v^2}$, d. h. zu Beginn des Startes, wo die Relativ-

geschwindigkeit zur Luft noch klein ist, sind große Steuerausschläge nötig, während mit zunehmender Geschwindigkeit die Ausschläge immer kleiner werden müssen. Ein gewisser Ausgleich in dieser Beziehung ist bei Maschinen vorhanden, bei denen sich Höhen- und Seitensteuer im Abstrom des Propellers befinden, und dies ist bei der großen Mehrzahl der Flugzeuge der Fall. In diesem Falle besitzt das Flugzeug bereits ohne Fahrtgeschwindigkeit eine merkliche Steuerfähigkeit; allerdings trifft dies für die Verwindung nicht zu. Der Einfluß dieses Schraubenstromes auf Höhen- und Seitensteuerung tritt auch beim normalen Gleitflug mit abgestelltem Motor zutage, allerdings hier in negativem Sinne, wo infolge Aufhörens des Schraubenstromes größere Steuerbewegungen nötig werden. Die im Schraubenstrahl abströmende Luft hat nämlich, wie man weiß, auch während des Fluges eine etwa 10—20 % größere Geschwindigkeit als die umgebende Luft und dadurch ergibt sich während des Fluges eine etwas verbesserte Steuerfähigkeit. Die erhöhte Schwierigkeit bei Start und Landung liegt auch daran, daß hierbei meist mehrere Steuerbewegungen gleichzeitig auszuführen sind. Beim Start muß der Führer mit Hilfe des Seitensteuers die gewünschte Richtung innehalten; außerdem muß er aber stets auf das Höhensteuer achten, um die Maschine im richtigen Zeitpunkt vom Boden abzuheben. Ein während des Startes oder der Landung auftretender seitlicher Windstoß erfordert sogar eine dritte Steuerbewegung, nämlich die Betätigung der Verwindung. Um jede dieser Steuerbewegungen korrekt und ohne Störung der anderen auszuführen, ist einige Übung und Erfahrung nötig. Bei scharfen Kurven ist stets die gleichzeitige Anwendung der drei Steuerorgane erforderlich. Hier kommt noch hinzu, daß bei starker Schräglage der Maschine das Höhen- und Seitensteuer ihre Rollen bis zu einem gewissen Grade vertauschen. Es ist einzusehen, daß bei einer Schräglage von 90° — um einen extremen Fall zu nehmen — das Höhensteuer als Seitensteuer wirkt, während das Seitensteuer teilweise die Funktion des Höhensteuers übernimmt.

Bei ruhiger stabiler Wetterlage bietet der eigentliche Flug, wie bereits erwähnt, keine allzu großen Schwierigkeiten, vorausgesetzt, daß die Maschine nicht zu labil ist. Doch tritt bei langer Flugdauer infolge der dauernden Nervenanspannung Ermüdung ein, die sich meist erst nach dem Fluge geltend macht. Stabile Flugzeuge, z. B. Maschinen vom Taubentyp, erfordern sehr wenig Steuerbetätigung. Man kann sogar bei gut aus-

geglichenen derartigen Apparaten die Steuer für längere Zeit loslassen; bei Störungen durch Böen kehren sie von selbst in die richtige Lage zurück. Da jedoch alle Bewegungen sehr langsam und träge erfolgen, so stellt man meist mittelst der Steuer den Gleichgewichtszustand wieder her. Schwieriger sind in der Regel die Doppeldecker zu steuern. Sie sind auf Steuerausschläge gewöhnlich viel empfindlicher gebaut und kehren bei Gleichgewichtsstörungen nicht von selbst in die normale Lage zurück. Im übrigen besteht die Tätigkeit des Führers während eines Fluges außer der Steuerung in der Beobachtung des Motors, der richtigen Benzin- und Ölzuführung und in der Orientierung. Ferner muß er dauernd auf eine Notlandung vorbereitet sein und muß daher stets nach geeigneten Landungsplätzen sehen.

Derjenige Flugzeugführer, der über Stabilitätstheorie unterrichtet ist, wird hierauf ein besonderes Augenmerk richten. Die Untersuchung der dynamischen Längsstabilität eines Flugzeuges, die besonders von *Runge*¹⁾ ausgeführt wurde, kommt zu dem Ergebnis, daß ein Flugzeug nach einer vorausgegangenen Störung zwei verschiedene Schwingungen ausführt, die sich überlagern. Bei der einen Schwingung bewegt sich der Schwerpunkt geradlinig und das Flugzeug pendelt um die horizontale Querachse. Die Periode dieser Schwingung ist ziemlich kurz; sie wurde für zwei Flugzeugtypen numerisch berechnet und ist von der Größenordnung von etwa 4 Sek. Bei der zweiten Schwingungsart bleibt die Längsachse des Apparates horizontal und der Schwerpunkt beschreibt eine wellenförmige Bahn. Die Periode dieser Schwingung hatte für die gerechneten Fälle die Größenordnung von 20 Sek. Nach den Feststellungen des Verfassers, sowie auch anderer, die hierauf achteten, entziehen sich diese Schwingungen des Flugzeuges der Beobachtung. Der Grund hierfür ist vielleicht darin zu erblicken, daß bei größeren Störungen der Führer unwillkürlich die Steuer betätigt und dadurch die Ausbildung der genannten Schwingungen verhindert, während bei kleinen Störungen die Schwingungen von den Sinnen nicht wahrgenommen werden, weil sie eben zu klein sind; vielleicht aber sind die Schwingungszeiten der heutigen Maschine von anderer Größenordnung.

Es muß noch einiges über das bereits erwähnte Drehmoment der Schraube bemerkt werden. Das Reaktionsmoment der Schraube ist während des Fluges in der Regel durch vergrößerten Anstellwinkel des einen Flügels kompensiert. Geht man nun durch Abstellen des Motors in den Gleitflug über, so fällt das Moment der Schraube weg und es kommt das erwähnte Ausgleichsmoment allein zur Wirkung, das im Falle eines rechtslaufenden Propellers (in Flugrichtung gesehen) das Flug-

zeug nach rechts zu kippen sucht. Die Größe dieses Momentes beträgt unter Annahme eines 100pferdigen Motors und einer Umdrehungszahl von 1400/min. rd. 50 mkg. Wie jedoch die Erfahrung zeigt, ist in der Regel die Wirkung dieses Momentes bei normalen Maschinen nicht wahrnehmbar; es scheint, daß dieses Moment noch zu gering ist, um ein merkliches Kippen hervorzubringen. Jedenfalls konnte der Verfasser bei normalen zwei- und dreistielligen Doppeldeckern und bei Tauben keine Neigung zum seitlichen Kippen wahrnehmen, wenn durch Abstellen des Motors der Gleitflug eingeleitet wurde. Bei normalen Maschinen mit Standmotoren sind auch Störungen durch Kreiselwirkung nicht merklich. Doch werden solche, wie dem Verfasser versichert wurde, bei Flugzeugen mit Rotationsmotor, der eine verhältnismäßig große umlaufende Masse besitzt, wohl wahrgenommen.

Die Fragen nach der Festigkeits-Beanspruchung sind von großer Wichtigkeit und von jeher in hohem Maße berücksichtigt worden. Die Beanspruchungen werden in der Regel bei schlechten Landungen und durch Böen sehr groß. Bei einer sachgemäßen Landung, bei welcher die Flugbahn die Erdoberfläche tangiert und ein sanfter Übergang auf den Boden stattfindet (Fig. 1, a), treten im wesentlichen keine höheren Beanspruchungen wie im normalen Fluge ein. Wird die Maschine dagegen zu früh abgefangen, d. h. in noch zu großer Höhe in die horizontale Lage übergeführt, so nimmt die Geschwindigkeit sehr bald ab und es tritt ein Durchsacken ein, wobei die Räder mehr oder weniger heftig auf den Boden aufstoßen (Fig. 1, b). Wird hingegen zu spät abgefangen (Fig. 1, c), so wird, wenn der Stoßwinkel nicht so groß ist, das Flugzeug durch die Federung der Räder nochmals vom Boden abgedrückt und macht einige Sprünge. Andernfalls, wenn der Aufstoßwinkel zu steil ist, d. h. wenn sehr spät oder gar nicht abgefangen wurde, tritt bei A Bruch ein. Derartig schlechte Landungen werden in der Regel nur von Anfängern gemacht; immerhin muß aber der geübtere Flieger unter dem Einfluß ungünstiger Umstände mit einer mehr oder weniger mißglückten Landung rechnen und das Flugzeug muß den dabei auftretenden Beanspruchungen gewachsen sein. Sehr großen Anforderungen in bezug auf Festigkeit ist ein Flugzeug bei stark böigem Wetter ausgesetzt. Dieser Zustand ist keineswegs mit einer schaukelnden Bewegung zu vergleichen, wie z. B. mit einem Schiff bei starkem Seegang. Denn hier sind die Beschleunigungen so groß und die Beanspruchungen so ruckweise, daß man häufig das Gefühl hat, gegen einen festen Gegenstand zu stoßen.

Von Interesse sind auch die Störungen, die ein Flugzeug auf ein anderes im Fluge befindliches ausüben kann. Am häufigsten tritt, der Fall ein, daß ein Flugzeug seitlich zu kippen sucht, wenn es in die Flugbahn eines voraus-

¹⁾ Vgl. C. Runge, Über Längsschwingungen von Flugzeugen. Verhandlungen der Versammlung von Vertretern der Flugwissenschaft. (1912, Verlag R. Oldenbourg.)

fliegenden Apparates gerät. Gewöhnlich wird dies fälschlicherweise als eine Wirkung des Propellerwindes bezeichnet. Die Drehbewegung im Abstrom der Schraube ist viel zu gering, um die beobachtete Wirkung hervorzurufen. Die wahre Ursache übersieht man, wenn man sich das Strömungsbild hinter einem Aeroplan vergegenwärtigt¹⁾. Von den Enden einer Tragfläche (Fig. 2) gehen, da sich der Überdruck auf der Unterseite gegen den Unterdruck auf der Saugseite auszugleichen sucht, zwei Wirbel aus, die hinter der Tragfläche die dargestellte Vertikalströmung hervorrufen, die sich der Parallelströmung überlagert. Innerhalb der Spannweite der Fläche besteht eine Abwärtsströmung der Luft, während seitlich die Luft nach oben steigt. Befindet sich nun hinter der Fläche eine zweite in der durch die gestrichelte Linie dargestellten beispielsweise Lage, so sieht man, daß diese Fläche entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird.

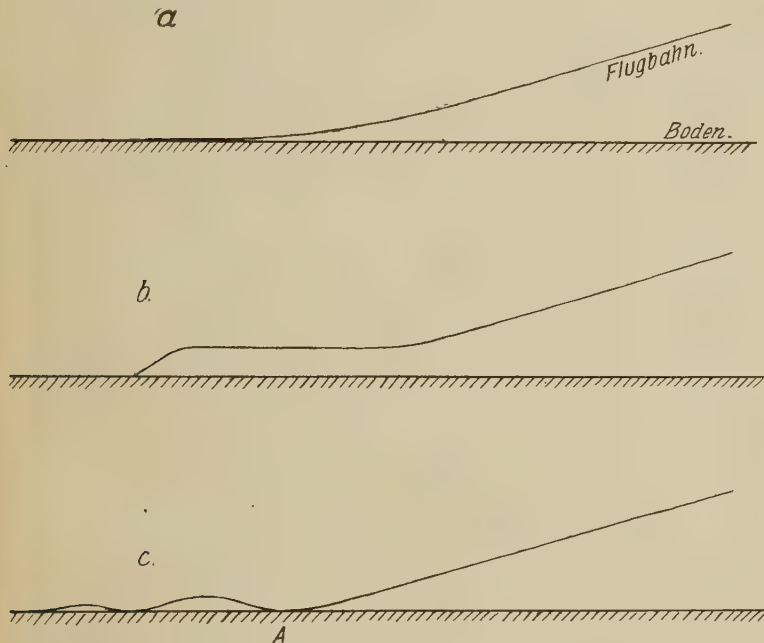


Fig. 1.

Eine andere irrtümliche Anschauung möge ebenfalls noch erwähnt werden. In Fliegerkreisen herrscht fast allgemein die Ansicht, daß ein Flugzeug gegen den Wind besser steigt als mit dem Winde. Dies ist jedoch nur in bezug auf den Steigwinkel der Flugbahn richtig. Die Steigzeit dagegen, d. h. die Höhe, welche ein Flugzeug innerhalb einer bestimmten Zeit erreicht und die eine Charakteristik für die Güte einer Maschine darstellt, ist davon unabhängig und ist dieselbe, ob das Flugzeug mit oder gegen den Wind fliegt. In Fig. 3 ist die Geschwindigkeit des Flugzeuges v als Vektor aufgetragen und zwar einmal gegen die eingezeichnete Windrichtung und einmal

¹⁾ Vgl. etwa L. Prandtl, „Flüssigkeitsbewegung“ im Handwörterbuch der Naturwissenschaften.

in der Windrichtung. Der Anstiegswinkel der Bahn gegen die Horizontale bei Windstille sei α . Herrscht nun eine Windgeschwindigkeit w , so erhält man die resultierende Geschwindigkeit durch geometrische Addition von Eigengeschwindigkeit und Windgeschwindigkeit und erhält dadurch die Geschwindigkeit v_1 und v_2 . Man sieht daraus, daß durch das Hinzukommen der Windgeschwindigkeit nur die horizontale Komponente der resultierenden Geschwindigkeit und der Anstiegswinkel der Flugbahn geändert wird. Beim Flug mit dem Winde ergibt sich ein verkleinerter Steigwinkel β_2 gegen α , während gegen den Wind der Steigwinkel β_1 größer ist als α . Die Vertikal-komponente der Geschwindigkeit und somit auch die Steigzeit ist jedoch in beiden Fällen die gleiche.

Beim Anstieg ist die Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges wegen des vergrößerten Anstellwinkels geringer als beim horizontalen Fluge. Wird der

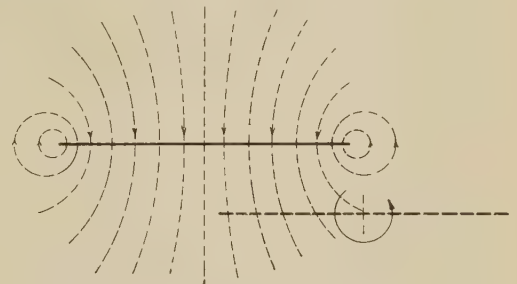


Fig. 2.

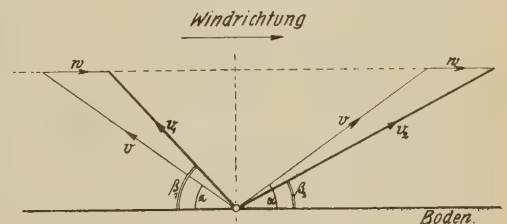


Fig. 3.

Anstieg zu steil ausgeführt, so kann die Geschwindigkeit so stark sinken, daß die Maschine nicht mehr flugfähig ist und ein Durchsacken eintritt. Es ist nun wichtig, einen Anhaltspunkt zu haben, wie steil der Anstieg sein darf, ohne ein Durchsacken befürchten zu müssen. In der Regel ist dies schon durch den Tourenzähler der Luftschraube möglich. Die Tourenzahl der Schraube ist von der Fluggeschwindigkeit abhängig und nimmt gewöhnlich mit kleiner werdender Fluggeschwindigkeit ab. Man hat also durch Beobachtung dieser Tourenzahl einen Anhaltspunkt über die Geschwindigkeit des Flugzeuges. In neuerer Zeit ist man dazu übergegangen, die Geschwindigkeit durch Anemometer oder durch Staugeräte zu messen, da es sehr wichtig ist, auch während

des Gleitfluges mit abgestelltem Motor und bei der Landung die Fluggeschwindigkeit zu beobachten und die oben genannte Methode in diesem Falle ausscheidet. Es handelt sich hier meist nicht darum, die Absolutgeschwindigkeit zu messen, sondern nur Geschwindigkeitsunterschiede festzustellen. Es ist daher nicht so wichtig, an welcher Stelle das Meßinstrument angebracht ist. Soll aber, wie z. B. bei Abnahmeflügen, der genaue Absolutwert der Eigengeschwindigkeit bestimmt werden, so ist darauf zu achten, daß das Meßgerät sich an einer Stelle befindet, an welcher die Strömungsgeschwindigkeit der Luft möglichst wenig gestört ist. Es ist bekannt, daß die Relativgeschwindigkeit der Luft auf der Saugseite einer Tragfläche größer, auf der Druckseite dagegen kleiner ist als die Geschwindigkeit der unbeeinflussten Strömung. Ein Geschwindigkeitsmeßinstrument, das auf der Saugseite einer Tragfläche angebracht ist, wird daher stets eine zu große Eigengeschwindigkeit angeben. Das Umgekehrte gilt von der Druckseite. Bei einem Eindecker ist es daher schwierig, eine Stelle zu finden, die die richtige Geschwindigkeit angibt, da eine Befestigung des Meßgerätes in großer Entfernung vom Flugzeuge, wo die Störungen zu vernachlässigen sind, praktisch nicht in Betracht kommt. Beim Doppeldecker liegen die Verhältnisse insofern etwas günstiger, als sich die Fehler zum größten Teile kompensieren, wenn das Meßinstrument etwa in der Mitte zwischen beiden Tragdecks angebracht wird.

Sehr erwünscht für die Führung eines Flugzeuges wären Instrumente, welche bei jeder Lage des Flugzeuges einwandfrei die Richtung der Schwerkraft anzeigen, da die bis jetzt vorhandenen derartigen Einrichtungen noch sehr unvollkommen sind. Sie sind deshalb sehr notwendig, weil man bei Flügen im Nebel oder bei Nacht sehr leicht das Gefühl für die Lage der Maschine verliert und leicht ein Absturz möglich ist. Man kann häufig beobachten, daß ein Flugzeug, das aus einer Wolkenschicht herauskommt, in ganz unnormaler und gefährlicher Lage sich befindet. Die Verwendung von Vorrichtungen nach dem Pendelprinzip haben den grundsätzlichen Fehler, daß sich das Pendel bei gekrümmter Flugbahn in die Richtung der Resultierenden aus Schwerkraft und Zentrifugalkraft einstellt und daher für den beabsichtigten Zweck falsch anzeigt. Eine einwandfreie Lösung dieser Frage wäre wohl durch Anwendung eines Kreisel zu erreichen, es ist aber zu befürchten, daß die Verwendung eines solchen eine erhebliche Komplizierung mit sich bringt.

Über den gegenwärtigen Stand der Seidenbaubewegung in Deutschland.

Sammelreferat.

Von Dr. Hans Walter Frickhinger, München.

Seitdem am 14. März 1915 in München der „Deutsche Seidenbauverband“ ins Leben gerufen

wurde, dem bald darauf, am 1. Juli desselben Jahres, in Berlin die Gründung der „Deutschen Seidenbaugesellschaft“ (cfr. Lit.-Verz. Nr. 6) folgte, haben die verschiedensten Seidenbausachverständigen zu der geplanten Einführung der Seidenzucht in Deutschland Stellung genommen.

Das Problem „Seidenbau in Deutschland“ ist bekanntlich keine neue Frage, da ja schon zweimal der Versuch gemacht worden ist, der Seidenindustrie auch bei uns Eingang zu verschaffen. Folgen wir den zusammenfassenden Angaben *Friedrich Knauers* (9, S. 555), so finden wir schon unter der Regierung der *Herzöge Wilhelm IV. und Albrecht V.* hoffnungsvolle Anfänge einer *bayerischen Seidenzucht*, die unter der Regierung des *Kurfürsten Maximilian I.* einen raschen Aufschwung nahmen. Aber schon unter dessen Nachfolger, dem *Kurfürsten Ferdinand Maria*, verflüchtigte sich bald wieder das Interesse, welches weite Kreise der bayerischen Hauptstadt den Seidenraupenzuchten entgegengebracht hatten: die im Jahre 1669 in München begründete „Seidenbaukompagnie“, die es sich angelegen sein ließ, eine Erweiterung der Maulbeerbaumanpflanzungen zu erwirken, löste sich schon nach kurzem Bestehen wieder auf. Nach langen Jahren vollkommenen Stillstandes wurde der Seidenbau in Bayern erst wieder um die Mitte des 18. Jahrhunderts unter der Regierung *Karl Theodors* neu belebt. *Karl Theodors* Hauptverdienst ist es, wenn damals in allen bayerischen Gebietsteilen Maulbeerbaumkulturen angelegt wurden; die Bestrebungen des Fürsten waren auch insofern von Erfolg gekrönt, als manche Bürger seines Landes (z. B. in Augsburg und in Würzburg) durch den Seidenhandel immerhin nennenswerte finanzielle Ergebnisse erzielten. Trotz alledem vermochte sich aber auch diesmal der Seidenbau auf die Dauer bei uns nicht zu behaupten.

In *Preußen* hatte schon ca. 50 Jahre vorher der Philosoph *Leibniz* mit lebhaftem Interesse die Einführung der Seidenzucht betrieben. Er hatte gehofft, der preußischen Akademie der Wissenschaften, deren 1. Präsident er war, dadurch eine neue Einnahmequelle eröffnen zu können, daß er im Jahre 1707 für sie ein Seidenbaumonopol durchsetzte. Seine Hoffnungen erfüllten sich nicht, wenn auch zu dieser Zeit die Mark stattliche Maulbeerbaumanlagen aufweisen konnte, und späterhin noch *Friedrich der Große* die Seidenbauindustrie tatkräftig propagierte.

Wenn seine und alle vorhergegangenen Versuche nie vom Glück des dauerhaften Erfolges begünstigt waren, so hatte dieses Versagen sicherlich seine gewichtigen Gründe, und es ist leicht einzusehen, daß die Erörterung all' der für den Seidenbau in unserem Vaterlande ungünstigen Verhältnisse einen breiten Raum in den meisten der bisherigen Veröffentlichungen einnimmt.

Biologische und wirtschaftliche Gründe hat man zur Erklärung des Scheiterns aller früheren Seidenbaubestrebungen herangezogen.

Die *biologischen Bedenken* behandelten vornehmlich die *klimatischen Verhältnisse Deutschlands*, welche weder der Durchführung der Zuchten an und für sich, noch auch dem Gedeihen der Futterpflanze günstig gelagert seien.

Adolf Seitz (17, S. 19), der langjährige Leiter des Insektenhauses des Frankfurter Zoologischen Gartens, führte schon seit etwa 15 Jahren mit den verschiedensten Seidenspinnerrassen Versuchszuchten durch und kommt nach seinen Erfahrungen zu dem Schlusse, daß an der biologischen Durchführbarkeit von Seiden-

raupenzuchten nicht zu zweifeln ist, wenn es allerdings auch viele Schwierigkeiten zu überwinden gilt. Diese Schwierigkeiten liegen vornehmlich in der Futterbeschaffung, indem häufig durch geringe Verschiebungen der Witterungsverhältnisse die Hauptfreiperioden der Raupen in Zeiten fallen, wo es nahezu an Unmöglichkeit grenzt, den Zuchten genügend Futter darzubieten. Prof. Seitz gibt dann als lehrreiche Illustration für seine Behauptung eine Beschreibung der von ihm durch Jahre hindurch geführten Zuchten des chinesischen Eichenseidenspinners *Antheraea pernyi* Guér., der schon allein deshalb, weil seine Futterpflanze, die Eiche, bei uns in großen Beständen vorhanden ist, der für uns leichtest zu züchtende Falter unter allen ostasiatischen Seidenspinnerrassen ist. Und doch begegnet auch seine Zucht oftmals ungeahnten Hindernissen. Die biologischen Daten der Zuchten von *Antheraea pernyi* liegen ungefähr so, daß die Falter der Frühlingsbrut in den Frankfurter Zuchten von Mitte April ab erscheinen. Die Männchen von *Anth. pernyi* schlüpfen zumeist vor den Weibchen aus, so daß die zuerst schlüpfenden Männchen nicht zur Begattung gelangen. Die Raupen kriechen dann Anfang Mai aus, verpuppen sich im Frühsommer und liefern den Falter schon um Mitte Juli. Die Raupen der zweiten Brut können nun schon Anfang August erscheinen, um sich um die Mitte des September zu verpuppen. In diesem Falle, d. h. wenn die Zuchten derartig „programmgemäß“ verlaufen, ist es natürlich ein Leichtes, stets das nötige saftige Eichenlaub als Futter für die Raupen zu beschaffen. Es ist aber unschwer zu begreifen, daß „selbst eine geringe Verschiebung unserer Jahreszeiten, wie sie fast regelmäßig von Zeit zu Zeit eintritt, entweder die Futterbeschaffung im Frühling oder im Herbst stören muß“. Sind einerseits die Eichenknospen beim Auskriechen der jungen Raupen noch nicht vollkommen entwickelt, so gehen die Tiere in kürzester Zeit zugrunde; und setzt andererseits der Herbst früh bei uns ein, so daß die Eichenblätter im September schon verfärbt und lederig hart sind, so „erhält man vorzeitige kleine Puppen und kleine, mehrfach auch krüppelhafte Falter. Auch schlüpfen diese kleinen Falter im nächsten Frühling häufig verfrüht aus, ergeben unverhältnismäßig viel Männchen, und die Weibchen legen wenige und schwächliche Eier, oft kaum 50—100. Diese schlüpfen weiterhin auch nur teilweise sehr früh aus, so daß dann sicher Futternot entsteht.“

Gegen derartige in dem Klima Mitteldeutschlands begründete Mißhelligkeiten kann man sich natürlich einigermaßen schützen, wenn man rechtzeitig die Gefahr erkennt und vorbeut. Durch Kühlung läßt sich das Ausschlüpfen der Frühjahrsfalter immerhin etwas aufhalten, nur sollte man dabei nach den Erfahrungen des Verfassers darauf bedacht sein, die Puppen vor Mitte Januar in die Kühlräume zu bringen. Ist die Entwicklung des Insekts in der Puppe beendet (Ende Januar), so ist ein Aufschub des Ausschlüpftermins ohne schwere Schädigungen für den Falter kaum mehr zu erreichen. In diesem Falle empfiehlt es sich dann eher, Eichen im Treibhause zur Frühknospung zu bringen und so für das nötige Futter zu sorgen.

Einer Verzögerung der Zuchten im Herbst ist schwerer zu begegnen. Da hat man geraten, statt Eichen-Weidenblätter zu verfüttern, weil die Weidenarten selbst im Oktober noch frisches Laub tragen. Dieses Verfahren scheint aber nicht ohne größere Schwierigkeiten bewerkstelligt werden zu können. Nach dieser Richtung hin sind die Experimente des Ver-

fassers noch nicht zum Abschluß gelangt, so daß darüber heute noch kein Endurteil gefällt werden kann.

Auch J. Dewitz (5, S. 31) beschäftigte sich seit einigen Jahren mit der Zucht dieses Seidenspinners. Er machte dabei den Versuch, die Zuchten im Freien durchzuführen. Nachdem er die Eier in Gefäßen im Zimmer hatte auskommen lassen, hielt er die jungen Raupen, bis sie etwa 1 cm lang waren, auch noch im Raume und brachte sie dann erst auf ein Eichbäumchen ins Freie. Die Raupen erwiesen sich als sehr freßlustig, es war daher bald nötig, sie auf eine größere Eiche überzuführen. Als die Raupen etwa 8 cm lang waren (Mitte August), begannen sich die ersten von ihnen einzuspinnen. Das Spinngeschäft zog sich aber sehr lange hin, so daß noch anfangs September einzelne Raupen unversponnen waren. Um ein Ausschlüpfen neuer Falter im Herbst zu unterbinden, wurden die Kokons im kühlen Keller aufbewahrt, aber selbst da kamen im Spätherbst noch ein paar Schmetterlinge aus. Als notwendige Maßnahme zum Schutz vor den Vögeln (Meisen, Rotschwänzchen usw.) empfahl es sich, die Futterpflanzen mit einem Gazebeutel zu umhüllen. Bei größeren Eichen ist diese Maßregel natürlich nur mit vieler Mühe durchzuführen, infolgedessen rät Prof. Dewitz, zur Freilandzucht nur Eichenbüsche zu verwenden. Der Zudringlichkeit der Vögel wehrt man dann am besten dadurch, daß man ein Holzgestell anfertigen läßt, das mit einem engmaschigen Drahtnetz überzogen ist und einfach über die Büsche gestülpt werden kann. Der Verfasser erinnert daran, daß schon vor einigen Jahren in der Nähe von Reichenbach in einem 6 ha großen Eichwald die Zucht von *A. pernyi* im großen durchgeführt worden ist und gute Erfolge gezeitigt haben soll.

Auch Freilandzuchten des *Ailanthusspinners* (*Phyllosamia cynthia* Devey), der eventuell ebenfalls bei der Seidengewinnung für uns in Betracht kommt, hat J. Dewitz erprobt (5, S. 35). Auch *Ph. cynthia* ist sehr widerstandsfähig und deshalb auch in unserem Klima nicht allzu schwer zu züchten. Die ursprüngliche Futterpflanze ist der auch in unseren Breiten gut gedeihende Götterbaum (*Ailanthus*), daneben ist es aber auch angängig, die Blätter von Flieder, Kirsche, Linde, *Ricinus*, Tulpenbaum als Futter zu verwenden. Ein Vorteil gegenüber der Zucht von *Antheraea pernyi* besteht darin, daß die Raupen erst im Juni bis Juli auskriechen und man deshalb auch bei kalter Witterung um die Ernährung der Brut nicht besorgt zu sein braucht. Im übrigen ähnelt die Zucht dieses Falters derjenigen von *A. pernyi*.

Die Kokons dieser großen Seidenspinner (*A. pernyi* und *Ph. cynthia*) sind hart; das liegt aber nicht daran, daß der Seidenfaden hart ist, sondern es gelang dem Forscher nachzuweisen, daß die Raupe im Kokon „aus dem After einen mit harnsauren Kristallen beladenen, farblosen Saft ausscheidet, mit dem sie den ganzen Kokon durchtränkt“. Erst die Saftausscheidung bedingt die Härte des Kokons. Diese etwas grobe Seide, welche aus den Kokons dieser Seidenspinnerrassen gewonnen wird — die sog. *Tussah-* oder *Bastseide* —, gelangt nach dem Gutachten der Handelskammer in Krefeld auch in der deutschen Seidenfabrikation zur Verarbeitung. Wir haben sie bisher in gesponnenem Zustand aus den Spinnereien der Schweiz, Frankreichs und Italiens bezogen.

Die Seide, welche uns der *Edelseidenspinner*, der *Maulbeerspinner* *Bombyx mori* L. liefert, übertrifft allerdings die Tussahseide wie alle anderen Seiden be-

deutend an Zartheit. Von diesem Seidenspinner sind in den einzelnen Ländern mit ausgedehntem Seidenbau eine ganze Reihe eigener Rassen herausgezüchtet worden, mit denen es uns freistünde, zu experimentieren. Sie alle erfordern aber, wie vornehmlich *J. Bolle*, der langjährige *Direktor der k. k. Seidenbauversuchstation in Görz* (2, S. 5) betont, gewisse optimale klimatische Bedingungen, wie sie in allen Seidenzuchtländern herrschen. Als solche haben zu gelten: Ostasien, China, Japan, Korea, ein Teil der Mandschurei, dann Cochinchina, die Philippinen, Annam, Siam, Indien, die Levante, der Kaukasus, Turkestan, die Khanate in Zentralasien, Persien, Kleinasien und ganz Südeuropa südlich der Donau und der Alpen bis Nordafrika. In allen diesen Ländern werden die Seidenraupen mit den Blättern des weißen Maulbeerbaumes (*Morus alba*) gefüttert. Die bisherigen Versuche, diese Futterpflanze auch in Deutschland einzubürgern, sind, wenn auch nicht gänzlich gescheitert, so doch auch sicherlich nicht als einwandfrei gelungen zu bezeichnen. Es finden sich zwar in allen Gegenden unseres Vaterlandes zerstreut jahrzehntealte Exemplare des Maulbeerbaumes, aber sie allein dürfen uns nicht zu dem Trugschluß verleiten, die Ausdauer und Winterhärteigkeit von *Morus alba* in unserem Klima restlos zu bejahen. Unsere oft recht naßkalten Frühjahrsmonate gefährden die jungen Moruskulturen sehr, Spätfröste bringen sämtliche Jungtriebe zum Absterben und berauben den Züchter somit häufig seines gesamten Futtermaterials für die Aufzucht der jungen Seidenraupen, die an und für sich schon durch die Ungunst der Witterung schweren Erkrankungen ausgesetzt sind.

Um einer derartigen Frostgefahr vorzubeugen, schlägt *Paul Sorauer* (19, S. 296) vor, bei Neuanpflanzungen von Maulbeerbäumen statt der gegen Spätfröste sehr wenig widerstandsfähigen Hochstämme die Strauchform zu wählen, welche zudem eine schnellere Verwertung des Maulbeerlaubes gewährleistet. Einigen Fährlichkeiten bleibt der Maulbeerbaum trotz alledem immer noch ausgesetzt, unter denen die *Schildlausplage* — verursacht durch die *Maulbeerbaumschildlaus* (*Diaspis pentagona Turg.*) — obenan steht. Bei der Anpassungsfähigkeit dieses Parasiten an klimatische Verhältnisse sowohl wie an neue Wirtspflanzen erscheint es durchaus nicht ausgeschlossen, daß wir in unseren Moruskulturen seine verderbliche Wirkung kennen lernen müssen. Als zweite Mißhelligkeit, die es eventuell zu überwinden gilt, muß — gerade bei der Strauchform — die *Schrumpfkrankeheit* genannt werden, unter deren Auftreten besonders die japanische Seidenzucht schwer zu leiden hatte. Die Schrumpfkrankeheit ist eine physiologische Erkrankung, welche durch die Kulturmethode der Köpfung der Stämme bedingt wird. Die Krankeheit äußert sich besonders heftig dann, wenn man die Ertragsleistung der Pflanze durch übermäßige Düngung zu forcieren bestrebt ist. Gerade deshalb erhöht sich die Gefahr dieser Krankeheit bei jungen Kulturen.

Bei dieser Sachlage ist es klar, daß man aus Anlaß der heutigen Seidenbaubestrebungen den Versuch gemacht hat, die oder jene von früher her bekannte Hemmung von Anfang an auszuschalten.

Unter den zahlreichen Vorschlägen, die zu diesem Behufe gemacht worden sind, scheint mir der Hinweis *Olufsens* (13 und 14), der an die Erfolge der dänischen Seidenindustrie mit einer völlig winterharten Abart des weißen Maulbeerbaumes (*Morus alba* var. *Tatarica*) erinnerte, einer genaueren Würdigung wert zu

sein. Vor etwa 20 Jahren kamen die Samen dieser Varietät von *Morus alba* zufällig aus Amerika, wo die Pflanze in Heckenform unter dem Namen *Russian Mulberry* häufig vorkommt, nach Europa herüber, und es hat lange Zeit gedauert, bis man — wieder durch einen Zufall — auf die Pflanze aufmerksam wurde und sie zu kultivieren begann. Das war keine leichte Arbeit, da die zweihäusige Pflanze stark variierte und daher erst durch Selektion verbessert werden mußte; aber die Mühe war von Erfolg gekrönt: die Varietät erwies sich in jeder Hinsicht, was Untergrund und Witterungsverhältnisse anlangte, als sehr günstig und lieferte ein äußerst brauchbares Seidenraupenfutter. Der Nährwert der Blätter muß sehr groß sein, weil die Seide, welche aus den dänischen Zuchten gewonnen wird, von sehr guter — stärker — Qualität ist. Die dänischen Kokons „werden von den Fabriken, die sie zum Abhaspeln übernehmen, gerühmt und den besten Sorten gleichgestellt“. Leider stehen der Einführung dieser *Morus*strauchform in Deutschland Schwierigkeiten entgegen, da die Ausfuhr der Pflanze aus Dänemark gesetzlich verboten ist. Wir wären daher, um die dänischen Ergebnisse nachprüfen zu können, darauf angewiesen, Samen aus Amerika zu beziehen und eben dann selbst noch einmal den Busch durch Selektion brauchbar zu erzüchten.

Udo Dammer (4) schlug vor, die immerhin schwierige Frage der Maulbeerfutterergewinnung ein für alle Male dadurch zu umgehen, daß ein Ersatzfuttermittel, die Blätter der Schwarzwurzel (*Scorzonera hispanica* L.) herangezogen würde. Nach den langjährigen Erfahrungen des Verfassers bietet diese Fütterungsmethode keine unüberwindlichen Schwierigkeiten, sofern man nur die Raupen bei einer peinlich gleichmäßigen Temperatur von 18–20° R halte und das Schwarzwurzellaub vor der Fütterung gut reinige, vor allem darauf achte, daß kein nasses Futter dargereicht wird.

Dieser Vorschlag ist von seiten immerhin gewichtiger Autoritäten in Seidenbaufragen auf den stärksten Widerspruch gestoßen. Dem Vorschlag Prof. *Dammers* gegenüber wurde behauptet, daß eine Seidenraupenzucht des Edelseidenspinners *Bombyx mori* überhaupt nur mit Maulbeerblattfütterung möglich und jegliches Suchen nach Ersatzfuttermitteln deshalb vergebliche Mühe sei. So wies *J. Bolle* (2, S. 6) auf die Erfahrungen hin, welche einer seiner Schüler, *A. Mullon*, auf den Gütern des russischen Großgrundbesitzers Herrn *Ladigenski* in *Zavivalovka* (*Gouvernement Pensa* in *Westrußland*) machen mußte: trotzdem die Schwarzwurzelanlage prächtig gedieh, „wollte die Aufzucht der Seidenraupen nicht recht vorwärts, und die Gelbsucht oder Polyederkrankheit stellte sich bald ein und wütete im Verlaufe der Aufzucht derartig, daß keine Ernte erzielt werden konnte. Ein zweiter Versuch im darauffolgenden Jahre endete mit einem ebenso kläglichen Resultat, worauf Herr *L.* von weiteren Versuchen Abstand nahm“. Auch *Maximilian Ripper* (15), der jetzige Leiter der Görzer Seidenbaustation, und *Paul Sorauer* (19, S. 478) warnen vor der Anwendung von *Scorzonera* zur Seidenraupenzucht, als einer Futterpflanze, die in ihrer Wirkung auf die Seidenraupen noch nicht genügend erprobt sei.

Otto Maas (11) beschäftigte sich schon seit einigen Jahren mit dem Problem der Anpassungsfähigkeit der Seidenraupen an neuartige Futterpflanzen. Auf seine Versuche, als der einzigen neueren Arbeit, welche dem Für und Wider bei der Behandlung des Problems der Schwarzwurzelfütterung zugrunde gelegt werden kann,

verlohnt es sich, etwas näher einzugehen: Die ersten Versuche, Seidenraupen an Schwarzwurzelkost zu gewöhnen, unternahm in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts der Münchener Botaniker Prof. Dr. Harz. Als Prof. Maas im Jahre 1910 diese Versuche wieder aufnahm, gelang es ihm nicht, noch irgendwo an *Scorzonera* gewöhnte Seidenraupen aufzutreiben. Er sah sich also genötigt, seine Experimente mit neuem Material anzustellen, das er aus dreierlei Hauptrassen auswählte: er züchtete einmal Japaner, dann Japaner mit Einschlag der wilden Form (*Theophila mandarina Johns*), schließlich Kreuzungen zwischen Italiener- und Tessinerrassen. Dem Forscher kam es vor allem darauf an, festzustellen, ob eine Seidenraupenaufzucht mit Hilfe der Schwarzwurzelfütterung überhaupt durchzuführen ist, dann weiterhin darüber Klarheit zu gewinnen, ob es im Verlaufe mehrerer Zuchtkampagnen möglich sei, eine Seidenraupenrasse heranzuzüchten, die sich vollkommen an die Schwarzwurzelkost gewöhnt hätte. Seine Fütterungsversuche stellte Prof. Maas so an, daß er gewisse Abstufungen wählte: neben reiner Schwarzwurzelkost (*S*) wurde eine gemischte Kost (*S* bis zur vierten Häutung, dann *Morus*blätter) benützt, und auch einige Zuchten mit reiner Maulbeerblattkost (*M*) — als Vergleichszuchten — durchgeführt. Zur Vermeidung von Fehlschlüssen wurden die gleichen Versuche mit ähnlichem Material an verschiedenen Orten ausgeführt. Die Schlußfolgerungen richteten sich nach den Ergebnissen der Statistiken, welche bei den einzelnen Zuchten „über die Zahl der ausschlüpfenden, fortkommenden und sich einspinnenden Raupen, ferner über die verschiedenen Zeiten, zu denen die Häutung und das Einspinnen erfolgte, dann über die Güte und Fadenstärke des Kokons und endlich darüber geführt wurden, wann die Falter ihre Kopulationsfähigkeit erlangten, ob die Gelege ausgiebig waren und wie viele der Eier von der gesamten Eizahl sich als Entwicklungsfähig erwiesen“.

Die Versuche der Zuchtkampagne 1912 ergaben, daß die Schwarzwurzelblätter bei sorgfältiger Auswahl und Zurichtung gut vertragen wurden. Krankheiten wurden durch den Kostwechsel nicht hervorgerufen, nur war eine Entwicklungshemmung vieler Raupen unverkennbar. Die Zuchten mußten deshalb durchgängig verlängert werden: statt der normalen Dauer von 5 bis 6 Wochen spannen die *S*-Raupen ihren Kokon erst nach 7—8 Wochen. Die Kokons waren fast gleich gut, wie die normalen. Besonders erwähnenswert gute Resultate erzielte der Forscher mit Zuchten, welche er nur bis zur „Fresse“ mit *S*, dann aber mit *M* gefüttert hatte: die Fähigkeiten dieser Generation unterschieden sich nicht von den durchweg mit *M* gefütterten Zuchten; eine Kreuzung wilder Japaner mit *mori* ertrug die *S*-Fütterung schlechter als die anderen Rassen. Die biologischen Fähigkeiten der reinen *S*-Fresser waren durchweg schlechter als die der *M*-Fresser oder der mit gemischter Kost Aufgezogenen; die aus *S*-Raupen erzüchteten Falter waren weiterhin viel weniger kopulationslustig; *S*-gefütterte Weibchen zeigten viel kleinere Gelege, und auch die Zahl der angehenden und ausschlüpfenden Eier war proportional eine bedeutend geringere.

Trotz dieser ungünstigen biologischen Fähigkeiten der den Forscher hauptsächlich interessierenden *S*-Fresser konnte Prof. Maas im folgenden Jahre doch eine ganze Reihe von Kreuzungsprodukten von mit *S* und *M* gefütterten Elterntieren weiterzüchten. Bei diesen Kreuzungen war es gleichgültig, ob Vater oder

Mutter *S*-belastet war, eine Verschiedenheit in den Züchtungsergebnissen war nach dieser Richtung hin nicht zu bemerken. Jedoch bestand zwischen den sechs erwähnten Stufen eine proportionale Verschiedenheit im Durchhalten auch außer der schon erwähnten geringeren Ergiebigkeit der *S*-Eltern. Am schlechtesten ließen sich die *S* × *S*-Zuchten mit *S* weiter füttern, am besten gewöhnten sich die *M* × *M*-Kopulationen an das neue Futter. Die zwischenliegenden Abstufungen entsprachen ziemlich genau der *S*-Belastung. Auch die Güte und Anzahl der Kokons ließ sich ebenso wie die Kopulationslust und die Befruchtungsfähigkeit der Falter, in ähnlicher Stufenleiter entsprechend der elterlichen *S*-Belastung, diesem System einreihen.

Bei den Kopulationen des Zuchtabchlusses 1913 wurde der Versuch gemacht, eine möglichst große Variabilität in der *S*-Belastung zu erzielen. Mit der größeren Zahl von Variationsmöglichkeiten erhöhte sich natürlich auch die Mühe bei der Sichtung der Zuchten 1914. Die Befunde deckten sich im wesentlichen mit den im Vorjahr gewonnenen Resultaten.

Ob eine Änderung der Fütterungsinstitute stattfand, darüber war schwer Klarheit zu gewinnen. Auch im zweiten Jahre gingen die Raupen aus Eiern von *S* × *S*- oder *S* × *M*-Eltern nur sehr ungern auf die dargebotenen *S*-Blätter, wenn auch die Zahlenverhältnisse immer günstigere waren als bei Zuchten aus *M* × *M*-Eltern. Es war ja eigentlich auch von vornherein nicht zu erwarten, daß in der kurzen Spannezeit von 2—3 Generationen in dieser Beziehung irgendwelche tiefergehenden Abänderungen sich zeigen würden. Jedenfalls erscheinen die Angaben des Forschers bemerkenswert, daß bei der Futterdarreichung nach der vierten Häutung, in der sog. „Fresse“, ein gewisser quantitativer Unterschied deutlich zu bemerken war, je nachdem die Zuchten aus *S*-Eltern und *S*- bzw. *S* × *M*-Großeltern bestanden. Wurde in beiden Fällen bis zur vierten Häutung *S* gefüttert und dann außer *S* noch *M* gegeben, so wurde bei den ersteren Kategorien beides anstandslos und vollständig aufgezehrt, während bei den letzteren Sorten, also den Zuchten mit reinem *M*-Verfahren, das bisher angenommene *S* gänzlich verschmäht und nur mehr *M* angenommen wurde.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Fließ, Wilh., Vom Leben und vom Tod. Biologische Vorträge. 4. und 5. Tausend. Jena, Eugen Diederichs, 1916. Preis geh. M. 2,50, geb. M. 3,50.

Komplizierte Eigenschaften oder Vorgänge auf einfache arithmetisch ausdrückbare Beziehungen zurückgeführt und dadurch „erklärt“ zu sehen, hat von jeher für viele etwas außerordentlich Bestechendes gehabt. Jede Lehre, die Beziehungen jener Art wirklich oder nur scheinbar aufdeckt, hat daher psychologisch wohl begründete Aussichten auf das Interesse des Lesepublikums, namentlich auch des Teiles von diesem, welcher die Richtigkeit jener mathematischen Beziehungen nachzuprüfen nicht willens oder nicht imstande ist. Dieser Umstand erklärt den großen Erfolg der Fließschen Theorien, der sich in der großen Verbreitung der obengenannten Schrift ausspricht. Dazu kommt, daß der Verfasser mit großem Gestaltungstalent seine Materie vorzutragen und durch Häufung der verschiedenartigsten geschickt gewählten Beispiele

gewiß auch manche kritische Leser für seine Sache zu gewinnen versteht. Wie es um seine Lehre selbst steht, und welche prinzipiellen Einwände ihr zu machen sind — die neue Auflage bringt nichts wesentlich Neues —, ist in der kritischen Literatur bereits wiederholt dargelegt worden; ich erinnere an das Referat, das Heft 30 im 2. Jahrgang dieser Zeitschrift gebracht hat, und verweise auf die von *v. Luschán* und dem Verfasser vor wenigen Wochen (Deutsche med. Wochenschr. 1916, Nr. 1 und 7) geführte Diskussion.

Das Buch will ein die gesamte lebendige Welt beherrschendes Gesetz auf eine einfache Formel bringen. Daß der Verfasser als Arzt in erster Linie seine Beispiele der Physiologie und Pathologie des Menschen entnimmt, versteht sich von selbst; daß Tier- und Pflanzenreich dabei aber stiefmütterlich fortkommen, kann damit aber nicht gerechtfertigt werden. Den Botaniker überrascht es, daß der Verfasser Beobachtungen an einem Zwiebelgewächs (*Clivia*) in den Vordergrund stellt und dabei das Hervorbrechen der Triebe auf das Datum genau anzugeben vermag. Daß er den Befund, daß bei der *Clivia* zwischen je zwei dieser Daten immer 28 oder 23 Tage liegen, als Grundlage für das Gebäude seiner Theorien benützt, wird kein kritischer, mit Pflanzenwachstum vertrauter Biologe gutheißen. Auch sonst macht es sich der Verfasser mit der Fundierung seiner Lehre recht bequem. Über das, was die letzten Jahrzehnte über wirkliche und vermeintliche Rhythmik im Entwicklungsprozeß der Pflanzen, insbesondere der niederen, ermittelt haben, wird in dem Buche kein Wort gesagt. Wie *Fließ* einige Zahlen aus der die Geschlechtsverteilung der Pflanzen betreffenden Statistik u. a. in die Netze seiner Theorie einzufangen versucht, mutet wie vieles andere an wie ein nur dem zum Glauben und Staunen gleich bereiten Leser willkommenes Zahlenspiel. Daß Verfasser auf die angeblich durch anhaltende Stecklingsvermehrung in ihrer Konstitution geschwächte Pyramidenpappel eingeht, kann bei dem Interesse, das die damit angeschnittene Frage überall gefunden hat, nicht wundernehmen; der Verfasser hätte aber hinzufügen sollen, daß man das Phänomen des weitverbreiteten Gipfelsterbens auch auf die Wirkung eines die Pappeln infizierenden Pilzes (*Dothiora*) zurückzuführen vermocht hat; diese Erklärung hätte diejenigen seiner Leser interessiert, welche wissen, daß an vielen Standorten die Pappeln dem angeblich durch innere Faktoren begründeten Tod entgehen.

Viele Biologen — auch der Referent — sind mit dem Verfasser der Ansicht, daß in der organischen Natur autonome Rhythmen — das sind solche, die nicht mit jedem Takte von einem neuen Anstoß der Außenwelt abhängig sind — weitverbreitet sind. Dafür aber, daß die Zeitdauer der Takte dieser Rhythmen konstant sei und eine maßgebende Rolle spiele, — oder gar daß bei Organismen der verschiedensten Art bei allen sonstigen Differenzen die gleiche Zeitdauer ihrer Rhythmustakte einen sie gemeinsam kennzeichnenden Zug abgebe, hat *Fließ* weder Beweise erbracht, noch hat er diese Lehre auch nur wahrscheinlich zu machen vermocht.

E. Küster, Bonn.

Sikora, Hilda, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der Kleiderlaus (*Pediculus vestimenti* Nitzsch). I. Anatomie des Verdauungstraktes. In: Beihefte zum Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene Bd. 20, Beiheft 1. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1916. 76 S., 24 Textfig. und 3 farb. Tafeln. Preis M. 8.—

Es liegt eine sehr gründliche und gewissenhafte Arbeit über die Kleiderlaus vor. An der Hand von

zahlreichen Textfiguren und drei farbigen Tafeln wird die Anatomie des Verdauungskanales der Kleiderlaus eingehend dargelegt. Besonderes Verdienst hat sich die Verfasserin dadurch erworben, daß sie den recht komplizierten und bisher sehr strittigen Bau der Stechwerkzeuge der Laus endlich aufklärte. Auf Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen, aber ich möchte betonen, daß für alle diejenigen, welche nach dem Fleckfiebererreger in der Laus suchen, die Sikorasche Arbeit zum Vorstudium *unentbehrlich* ist. Besonders lobenswert ist auch die sehr sorgfältige technische Behandlung der Präparate, nur dadurch war es möglich, daß die Verfasserin solche schönen Resultate erzielte.

Albrecht Hase, Jena.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Bulgarien.

In der Sitzung am 4. November 1916 hielt Professor *K. Oestreich* (Utrecht) einen Vortrag mit Lichtbildern über seine im Sommer dieses Jahres ausgeführten Reisen durch *Bulgarien*. Im Anschluß an frühere Forschungsreisen in Mazedonien ist er namentlich den Problemen der Talbildung nachgegangen sowie den Beziehungen, die zwischen dem Wirtschaftsleben des Volkes und den Landschaftsformen Bulgariens bestehen. Das Rückgrat des Landes bildet jenes sogenannte Faltengebirge des Balkan, welches der ganzen südosteuropäischen Halbinsel den Namen gegeben hat und im Jumrukschal (Ferdinandor Vrh) mit 2373 m kulminiert. Südlich sind diesem Gebirgslande die Reihe der subbalkanischen Becken vorgelagert, so daß es zur Ausbildung verschiedener Zonen kommt, die von Westen nach Osten ziehen. Im Westen, dessen südlicher Teil von dem Hochgebirgscharakter aufweisenden Rhodope-Gebirge eingenommen wird, finden sich Formelemente, die von Norden nach Süden streichen.

Zuerst ging die Reise in das Becken von Sofia, das im Norden von hohen, über 1600 m aufragenden Bergen begrenzt wird. Kommt man von Süden, so präsentiert sich dieser Teil des Balkan als ein waldarmes, in Terrassen aufsteigendes Karstland, während nach Norden zu das Gebirge steil absinkt. Die tief eingeschnittenen Täler tragen reiche Buchenwäldungen. Nach einem Besuch der am Nordabhang liegenden Städte Berkovica und Vraca ging der Rückweg entlang der Isker, die den Balkan in einem 65 km langen Tal durchbricht. Dieser Fluß ist die hydrographische Hauptader des Beckens von Sofia, entwässert aber nach Norden zur Donau trotz des dazwischen liegenden Balkangebirges, während die Flüsse der weiter östlich gelegenen subbalkanischen Becken nach Süden der Maritza zufließen. Der Reisende besuchte dann die beträchtlich höheren Gebirgsländer südlich von Sofia, die Witoscha und das über 2600 m Höhe ansteigende Rila-Gebirge. Letzteres ist menschenleer und zeigt die typischen Formen ehemaliger Vergletscherung, Kare und zahlreiche Seen. Einen erhebenden Eindruck macht hier das berühmte weltabgeschiedene Rilakloster. Auch der höchste Berg des Halbinselrumpfes, der Musala, wurde besucht, dessen 2935 m hoher Gipfel nur von dem auf dem südlichen Anhängsel des Rumpfes gelegenen Olymp überragt wird, und auf dem der allen Bulgaren heilige Hauptfluß Südbulgariens, die Maritza, entspringt.

Die Reise führte nun durch die fruchtbaren Becken von Zlatica, Karlowo und Kalofer, wo die Rosenölproduktion einen Haupterwerbszweig der Bevölkerung bildet, in die Maritzaebene, in welcher der Reisbau sehr zurückgegangen ist, während der Anbau des

Tabaks zugenommen hat. Das Zentrum dieses Gebietes ist Philippopol, das malerisch auf und zwischen isolierten Syenitkuppen liegt und um eine Note orientischer ist als Sofia. Im Rhodopegebirge bot das Thermengebiet von Lödschene besonderes Interesse. Hier wird das warme Quellwasser nicht nur zu Heil-, sondern auch zu industriellen Zwecken benutzt, z. B. wird der Flachs an dem dampfenden Bach gewaschen. Tirnova, die alte Krönungs- und Hauptstadt, die 1913 von einem Erdbeben heimgesucht wurde, liegt auf einem höchst eigentümlichen Mäandersporn des Flusses Jantra. Die Reise erreichte ihr Ende in Burgas, dem Schwarze-Meer-Hafen Südbulgariens, der, wie alle guten Häfen, an einer Senkungsküste liegt. Die verblühende Wirkung der Meeresströmungen zeigt sich hier an den zahlreichen schmalen Nehrungen, die Teile des Meeres als Haffe und Lagunen abschneiden. Burgas hat bereits den Anstrich einer modernen Hafenstadt. Nordöstlich liegt der Ort Archalo, der durch seine Salzgärten berühmt ist. Das Meerwasser wird in flache Bassins geleitet und nach dem Verdunsten des Wassers das zurückgebliebene Salz zusammengeschauvelt.

O. B.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft. (Berliner Zweigverein.)

Einige seltene Haloerscheinungen. Der Einfluß der Edertalsperre auf den Hagelfall. Die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes.

In der Sitzung am 7. November beschrieb Herr Dr. Barkow einige von ihm im Sommer 1916 in Potsdam beobachtete optische Phänomene. Am 8. Juni mittags erschien in dem Cirrusschirme einer aufziehenden Bö eine ungewöhnlich helle Nebensonne mit anschließenden Ringstücken des Halo von 22°. Für kurze Zeit ging eine ebenfalls sehr helle Lichtsäule von der Sonne unter einem Winkel von etwa 70° gegen den Horizont nach links oben bis zur Nebensonne und darüber hinaus. Eine Lichtsäule bei hohem Sonnenstand ist recht selten; Pernter gibt in seiner „Meteorologischen Optik“ 30° Sonnenhöhe als obere Grenze der Sichtbarkeit an, während sie am 8. Juni 59° betrug. Ferner ist die Unsymmetrie der Erscheinung beachtenswert. Nach Ansicht von Herrn Barkow ist der Halo nicht als die sogenannte obere Nebensonne zu deuten, sondern als eine horizontale Nebensonne mit einer Lichtsäule, welche durch Neigung der sie bildenden Eiskristalle um 70° nach aufwärts gedreht war. Die Neigung der Kristallachsen wird durch das Auftreten in einem Cirrusschirme mit starker vertikaler Bewegungskomponente erklärlich. — Eine zweite seltene Haloerscheinung beobachtete Herr Barkow um Mittag des 23. Juni, nämlich die Ausbildung von mindestens zwei kleineren Ringen innerhalb des gewöhnlichen Halos von 22°. Die Ausmessung auf einer Photographie ergab für die Halbmesser der Ringe 17.9°, 19.7° und 22.3° und für deren Breite 1.1°, 1.2° und 2.3°. Zeitweise verschmolzen die beiden inneren Ringe zu einem hellen Ring von rund 3° Breite. Zur Deutung der Erscheinung müssen Eisprismen mit aufgesetzten Pyramiden angenommen werden, so daß mehrere brechende Winkel und dementsprechend auch mehrere Ringe gleichzeitig auftreten können. Der Vortragende wies bei dieser Gelegenheit darauf hin, wie störend und irreführend bei photographischen Aufnahmen solcher Halos die Lichtreflexe an den Objektivflächen, welche auch Ringbildungen auf der

Platte geben, wirken, und wie erwünscht die Konstruktion reflexschwacher Objektive sei.

In einer kleineren Mitteilung widerlegte Herr Prof. Kassner eine Notiz von Herrn C. Liese im Augustheft der Zeitschrift „Das Wetter“, worin auf eine starke Zunahme der Hagelfälle in der Umgebung der Edertalsperre seit deren Bestehen hingewiesen worden war. Die 24jährigen Aufzeichnungen von drei Regenstationen in jener Gegend zeigen nach Kassners Zusammenstellung keinerlei Zunahme der Hagelfälle in den letzten Jahren. Wie zu erwarten war, kommt man also zu dem Schlusse, daß die Edertalsperre keinen Einfluß auf die Hagelbildung ausübt.

Schließlich sprach Herr Professor Baschin eine von Herrn Wihl. Schmidt-Wien gegebene Erklärung der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes, wonach der Eindruck der Abplattung durch die ungewohnte und gezwungene Blickrichtung senkrecht nach oben entstehen soll¹⁾. Herr Baschin hält diese Auffassung nicht für befriedigend und wies darauf hin, daß man seiner Ansicht nach die Empfindung eines abgeplatteten Himmelsgewölbes schon deshalb habe, weil man den Himmel fast immer mit einigen Wolken bedeckt sähe; durch langjährige Erfahrung würde man dazu geführt, diese Empfindung auch auf den ganz klaren Himmel auszudehnen.

R. Süring, Potsdam.

Chemische Mitteilungen.

Über eine neue Methode zur Trennung von Wasserstoff und Methan sowie über die Katalyse von Knallgasgemischen machen K. A. Hofmann und O. Schneider interessante Mitteilungen in den *Berichten der Dt. Chem. Gesellsch.* 1915, S. 1585—1593. Verfasser haben früher (*Berichte* 1913, S. 1666) gefunden, daß Chloratlösungen durch Osmium aktiviert werden und ihren Sauerstoff sehr leicht an Kohlenoxyd abgeben, wogegen Wasserstoff fast gar nicht oxydiert wird. Sie haben nun in der Erwartung, diese Beobachtung für gasanalytische Zwecke ausnutzen zu können, die verschiedenen Edelmetalle, wie Platin, Rhodium, Palladium, Osmium u. a., auf ihre Wirksamkeit gegenüber Wasserstoff, Kohlenoxyd, Methan und Äthylen vergleichend geprüft. Zu diesem Zwecke wurden die verschiedenen Edelmetallsalze in gleichen Mengen zusammen mit einer Lösung von 15 g Natriumchlorat und 2 g Natriumbikarbonat in 100 cm Wasser in Hempelpipetten eingefüllt. Gegen Wasserstoff erwies sich Platin als am wirksamsten, gegen Kohlenoxyd dagegen Osmium, während Methan von sämtlichen Metallen kaum verändert wurde. Eine auffallend gesteigerte Wirksamkeit wurde durch die Vereinigung von Osmiumoxyd mit Palladium erzielt, zumal gegenüber Wasserstoff. Um die Geschwindigkeit der Wasserstoffabsorption jedoch so weit zu steigern, daß sie für gasanalytische Zwecke verwendbar ist, muß außer Osmium und Palladium auch noch Platin von großer Oberfläche zugegen sein. Dies wird in folgender Weise erreicht: Röhren aus porösem Ton (z. B. Marquardtsche Masse) werden in 5-prozentige Platinchloridlösung eingetaucht und hierauf in einer Bunsenflamme gegläht, so daß sie mit einer dünnen, festhaftenden Platinschicht überzogen sind. Diese Röhren werden mit den platinieren Enden nach oben in eine Hempelpipette gefüllt, worauf eine Lösung von 35 g Natriumchlorat, 5 g Natriumbikarbonat, 0,05 g Palladiumchlorür und 0,02 g Osmiumdioxid in 250 cm Wasser in die Pipette gesaugt wird. Das Sperrwasser

¹⁾ Die Naturwissenschaften 4, S. 632. 1916.

in der Pipette wird zur Aufnahme der abdunstenden Kohlensäure durch Zusatz von 0,5 % Kalilauge schwach alkalisch gemacht. Mit dieser einfachen und nicht sehr teuren Apparatur läßt sich Wasserstoff für sich und im Gemenge mit Stickstoff oder Methan bequemer als nach der üblichen Verbrennungsmethode bestimmen. Die Geschwindigkeit, mit der der Wasserstoff auf Kosten des Chloratsauerstoffs zu Wasser oxydiert wird, hängt von der im Gasraum enthaltenen Oberfläche der platinieren Röhren ab; es empfiehlt sich daher, diese Röhren möglichst dicht in die Pipetten einzustellen, wie dies auch beim Orsatapparat geschieht. Die Absorptionsgeschwindigkeit in den ersten 10 Minuten beträgt dann, ohne daß Schütteln erforderlich ist, 50—60 ccm Wasserstoff. Die zur Untersuchung gelangenden Gase müssen frei von Ammoniak, Schwefel- und Phosphorverbindungen sein; diese als Kontaktgifte wirkenden Verbindungen kommen ja bei normalem Gang der Gasanalyse auch nicht in Betracht (vorausgesetzt, daß die Absorption des Sauerstoffs nicht mittels Phosphors erfolgte). Gegenüber der Methode von Paal und Hartmann ist diese neue Absorptionsmethode erheblich billiger, auch erfordert sie keine besonderen Absorptionsgefäße. Die beschriebene Absorptionsfähigkeit entfernt aus rohem Methan die darin enthaltenen geringen Beimengungen von Wasserstoff und schweren Kohlenwasserstoffen. Das Methan selbst hingegen wird auch bei Gegenwart von Stickstoff oder Luft nicht verändert. Man kann daher mit dieser Methode auf sehr einfache Weise im sog. Gasrest den Wasserstoff bestimmen. Auch Sauerstoff wird von der Pipette nicht absorbiert, wohl aber, wenn neben Sauerstoff auch Wasserstoff vorhanden ist. In diesem Falle wird der Wasserstoff nämlich nicht allein von dem Chloratsauerstoff, sondern auch von dem gasförmigen Sauerstoff oxydiert. Besondere Versuche mit Knallgasgemischen, wobei die Pipette kein Chlorat enthielt, sonst aber wie vorher gefüllt war, bestätigten, daß hier in der Tat eine Knallgaskatalyse vorliegt. Die größte Absorptionsgeschwindigkeit lag in diesem Falle bei einer etwas höheren Wasserstoffkonzentration, als dem reinen Knallgas (mit 66,6 % H_2) entspricht. Bei hohen Sauerstoffkonzentrationen verlangsamt sich die Reaktion sehr erheblich, wahrscheinlich wirkt der Sauerstoffüberschuß störend auf den Kontakt. Kohlenoxyd schließlich wird weit langsamer als Wasserstoff oxydiert, und zwar einerlei, ob die Pipette Chlorat oder gasförmigen Sauerstoff enthält. Als wesentlichstes Ergebnis ihrer Untersuchungen heben Verfasser die Feststellung hervor, daß durch Kombination verschiedener Katalysatoren die Einzelwirkungen unerwartet hoch gesteigert werden.

Über die Anwendung des metallischen Calciums in der Gasanalyse berichtet A. Sieverts. Bisher war man der Ansicht, daß metallisches Calcium erst bei etwa 800° C Stickstoff absorbiert, und man hat von dieser Eigenschaft des Calciums schon verschiedentlich zur Absorption des Stickstoffs bei gasanalytischen Arbeiten Gebrauch gemacht. Verfasser hat neuerdings in Gemeinschaft mit R. Brandt gefunden, daß von den im Handel vorkommenden Calciumpräparaten einige in der Tat erst bei 800° Stickstoff absorbieren, daß die meisten dagegen schon bei 300° Stickstoff aufnehmen und sich bei Temperaturen unter Rotglut mehr oder minder schnell quantitativ in Nitrid überführen lassen. Ein solches „aktives“ Calcium beginnt, wenn es in einer Stickstoffatmosphäre erhitzt wird, bei etwa 300° zu reagieren. Durch die Reaktions-

wärme wird die Absorptionsgeschwindigkeit zunächst gesteigert, von 440° an nimmt sie jedoch wieder ab und wird zwischen 660 und 800° gleich Null; erst beim Überschreiten des Schmelzpunktes tritt wieder eine lebhafte Absorption des Stickstoffs ein, die bei 900° ihr Maximum erreicht. Die entsprechenden Vorgänge spielen sich ab, wenn man rasch auf 780° erhitztes Calciummetall in einer Stickstoffatmosphäre langsam sich abkühlen läßt. Die Absorptionsgeschwindigkeit ist von dem Vorhandensein einer Nitridschicht abhängig. Weiter ergab sich, daß die Aktivität des Calciums in bestimmtem Verhältnis zu seiner Struktur steht, und zwar derart, daß die Absorptionsfähigkeit um so größer ist, je grobkörniger das Gefüge des Metalles ist. Ganz ähnlich wie gegen Stickstoff verhält sich das Calcium gegen Wasserstoff; auch hier sind verschiedene Temperaturzonen zu beobachten, wo die Absorptionsgeschwindigkeit wechselt. Grobkristallinisches Calcium nahm sogar schon bei Zimmertemperatur Wasserstoff auf, und besonders groß war die Geschwindigkeit der Wasserstoffaufnahme oberhalb des Schmelzpunktes des Metalls. Auch Calciumnitrid absorbiert Wasserstoff, ebenso Kohlendioxyd, Kohlenoxyd und Methan unter Abscheidung von Kohlenstoff.

Die Absorption des Stickstoffs durch mäßig erhitztes Calcium läßt sich für die *Bestimmung der Edelgase* verwerten. Hierzu benutzt man Calciumstücke von 3—5 g, die aus dem gewöhnlichen Handelsprodukt in Stabform herausgesägt und in einem Absorptionsrohr mit einem Bunsenbrenner erhitzt werden. Zur Ausführung der Edelgasanalyse haben Verfasser zwei Apparate konstruiert. Der eine besteht aus einem zur Atmosphäre offenen Manometer und dem luftdicht angesetzten, leicht auswechselbaren Absorptionsrohr, das mit der Wasserstrahlpumpe und durch nachfolgendes Erhitzen des Calciums luftleer gemacht wird. Das zu untersuchende Gas wird vor und nach der Absorption bei konstantem Volumen, konstanter Temperatur, aber wechselndem Druck abgelesen. Aus den Drucken wird in bekannter Weise der Edelgasgehalt berechnet. Mit diesem Apparat kann man in etwa 1½ Stunden bequem den Argongehalt in Luft, in käuflichem Sauerstoff oder Stickstoff sowie in Rohargon bestimmen. Der zweite Apparat ist zur Ausführung genauer Analysen noch mit einem Spektralrohr versehen und gestattet, sowohl die Drucke wie die Volumina zu messen. Enthalten die Gase auch Kohlendioxyd, Kohlenoxyd oder Methan, so verwendet man zur Absorption ein Gemisch von Calciummetall und Calciumnitrid. (*Ztschr. f. Elektrochemie* 1916, S. 15—17.)

Über Unterschiede in der Beschleunigung der Kjeldahlisation von Kohle und Koks berichten Prof. B. M. Margosches und Dr. A. Lang. Während die Oxydation bzw. Aufschließung von Kohle mit heißer konzentrierter Schwefelsäure und unter Zusatz eines Metalloxyds durchschnittlich in 2—5 Stunden beendet ist, dauert diese Operation bei Koks bekanntlich erheblich länger. Verfasser haben nun gefunden, daß bei Mit Anwendung von Wolframsäure die Kjeldahlisationsdauer von Koks auf 1—2 Stunden herabgedrückt werden kann; sie stellen einen ausführlichen Bericht über die Ausführung ihrer Stickstoffbestimmungsmethode in Aussicht und erörtern in der vorliegenden Abhandlung nur die Frage der Unterschiede in der Beschleunigung der Kjeldahlisationsdauer verschiedener Brennstoffe. Bei den zahlreichen Versuchsreihen wurden der Schwefelsäure die verschiedensten Zusätze, wie

Quecksilberoxyd, Kupferoxyd, Kaliumsulfat, Wolframsäure oder Gemische dieser Stoffe, hinzugefügt. Eine Versuchsreihe mit 4 Koksproben von verschiedenem Härtegrade bestätigte, daß Quecksilberoxyd am günstigsten wirkt, ebenso daß bei gleichzeitiger Anwendung von Quecksilber- und Kupferoxyd die Wirkung potenziert wird. Ferner wurden Versuche mit Asbest angestellt, der mit Metalloxyden (Kupfer, Cer, Vanadin, Wolfram) imprägniert war, wobei festgestellt wurde, daß die Kjeldahlisationsdauer (anscheinend je nach der Härte des Kokes) mehr oder weniger herabgedrückt wird. Besonders deutlich war diese Wirkung bei Verwendung von Wolframsäure (2 Teile Wolframtrioxyd auf 1 Teil Asbest), denn die Aufschließung eines sehr harten Kokes dauerte unter diesen Umständen nur 8 Stunden gegenüber 19 Stunden bei Verwendung von Quecksilberoxyd. Bei weniger harten Kokes dauert die Aufschließung mit Wolframsäure dagegen länger als mit Quecksilberoxyd. Besonders günstige Ergebnisse wurden erzielt, wenn die Aufschließung mit einem Gemisch von Wolframsäureasbest und einem der bisher gebräuchlichen Katalysatoren vorgenommen wurde; in diesem Falle war die Oxydation des Kokes nämlich schon nach 1—2 Stunden beendet. Die Wolframsäure scheint bei der Kjeldahlisation die Rolle eines unvollkommenen Katalysators zu spielen. Weiter wurde die Einwirkung der Wolframsäure auf Braunkohle und Steinkohle sowie deren bei sehr hoher Temperatur (1500°) erzeugte Verkokungsprodukte studiert, wobei festgestellt wurde, daß die beim Koks beobachtete Beschleunigung der Kjeldahlisation durch Wolframsäure bei Kohlen nicht in Erscheinung tritt; ein Zusatz von Quecksilberoxyd wirkt bei Kohlen vielmehr erheblich günstiger. Diese Beobachtung wurde schließlich auch noch durch analoge Versuche mit Saccharose, Zuckerkohle, Papier, Holz, Kasein und den Verkokungsprodukten dieser Stoffe bestätigt. Daß die günstige Wirkung der Wolframsäure in einem gewissen Zusammenhang mit der Härte des Kokes und der Temperatur, bei der er hergestellt wurde, steht, wurde durch die Kjeldahlisation von Petrolkoks verschiedener Härte bewiesen. In chemischer Hinsicht scheint das Verhalten der Wolframsäure im Zusammenhang mit der Bindung der Kohlenstoffatome im Molekül zu stehen, nicht aber mit dem prozentualen Kohlenstoffgehalt der betreffenden Substanz, wie Versuche mit Graphit verschiedener Herkunft zeigten. (*Chemiker-Zeitung* 1915, S. 673—675.)

Die Herstellung von Holzgas in der städtischen Gasanstalt Helsingfors. Über dieses Thema hielt Direktor *E. Cedercreutz* in dem Finnischen Chemikerverein einen Vortrag, worüber wir der *Chemiker-Zeitung* 1916, S. 236, die folgenden Angaben entnehmen. Infolge von Steinkohlenmangel mußten im Jahre 1915 mehrere finnische Gaswerke ihren Betrieb einstellen, während andere zur Erzeugung von Holzgas übergingen; zu diesen gehört auch das Gaswerk der Stadt Helsingfors, das bereits in der Zeit von 1860—1882 Holzgas herstellte und erst damals zur Erzeugung von Steinkohlengas überging. Im Jahre 1881 betrugen die Herstellungskosten für das Holzgas 5,87 finnische Mark für 1000 cbf, während der Verkaufspreis 12 finnische Mark betrug. Die Beheizung der modernen Dessauer Vertikalretortenöfen mit Holz und ebenso mit Nadelholzkohle erwies sich als undurchführbar, wogegen Birkenholzkohle gut geeignet war. Da das Holzmaterial für die konischen Retorten in recht kleine Stücke gehauen sein muß, so erwiesen sich die trockenen Abfälle der großen Zwirnrollen- und Bobinen-

fabriken Finnlands als besonders geeignet. Die Retorten werden hierbei nicht so voll gefüllt wie mit Steinkohle. Das erhaltene Holzgas hatte den unerwartet hohen Heizwert von ca. 3500 WE, die Ausbeute war freilich nur 16—20 cbm Gas aus 100 kg Holz, da ein Teil des Gases während der nach der Ladung eintretenden stürmischen Gaserzeugung durch die undichten Schamotteretorten entwich. Es wurden deshalb Stahlröhren in die Retorten eingesetzt, um das Gas zu einem längeren Weg zu zwingen und so die von *Pettenkofer* zuerst beobachtete Zersetzung der Teerbestandteile des Gases zu erhöhen; ferner wurde der erste Kohlenrückstand vor der zweiten Ladung nicht mehr ausgeräumt, so daß die Gase gemäß dem amerikanischen Holzgasprozeß durch eine Schicht glühender Kohlen streichen mußten. Auf diese Weise wurde zwar die Gasausbeute auf 23—25 cbm erhöht, jedoch verbrannten die Stahlröhren sehr schnell. Aus diesem Grunde wurde folgende Betriebsweise eingeführt: Es werden 4 Ladungen Holz in den Ofen eingesetzt, ehe die Kohle ausgestoßen wird. Auf diese Weise wurde eine Ausbeute von etwa 40 cbm Gas aus 100 kg Holz erzielt. Das Gas enthält etwa 20 % Kohlensäure, der Heizwert beträgt etwa 3000 WE, und die Herstellungskosten belaufen sich auf nur etwa 12 Penni für 1 cbm Holzgas, der Betrieb ist also wirtschaftlich. Die Reinigung des Gases mit Kalk würde zu hohe Mehrkosten verursachen. Durch die sich bei der Holzdestillation bildende Essigsäure werden die Leitungen und Apparate stark angegriffen; sie müssen daher kräftig mit Wasser gespült werden. Die Erzeugung von essigsaurem Kalk aus dem stark verdünnten Rohwasser ist nicht lohnend.

Koksbriketts. Über eine ökonomische Verwertung des in Gasanstalten als lästiges Nebenprodukt anfallenden Kokskleins berichtet Direktor *Behr* im *Journ. f. Gasbeleuchtung* 1915, S. 110—113. Das Koksklein wurde bisher in der Regel im Gaswerk selbst zur Feuerung von Dampfkesseln mit Hilfe von Unterwindgebläsen verwendet. Hierbei ging viel unverbranntes Koksklein, das vom Unterwind mitgerissen wurde, verloren, und es trat eine starke Verschmutzung des Rauchkanals ein. Verfasser hat mit Erfolg versucht, aus dem Koksklein Briketts herzustellen. Nach mehrfachen Versuchen, derartige Briketts auf kaltem Wege herzustellen, die aber wegen des zu hohen Preises der anzuwendenden Bindemittel aufgegeben werden mußten, fand Verfasser ein brauchbares Verfahren in dem Zusatz von feinem Hartpech unter Erwärmung der Masse auf 300—400°. Die Anlage besteht aus einer Presse mit Mischmaschine, einem Elevator, einem Ofen und einer Hartpechmühle. Die von einer Transmission angetriebene Presse ist als einfache Presse mit nur einem Matrizenstück ausgebildet, kann aber bei Bedarf auch als Doppelpresse arbeiten. In unmittelbarer Verbindung mit dieser Presse steht die Mischmaschine, in der das Koksklein mit dem Hartpechpulver innig vermischt wird. Die Zuführung des Materials in den Mischtrichter erfolgt mit Hilfe des Elevators, dessen Becher so eingestellt ist, daß dem Mischtrichter genau so viel frisches Material zugeführt wird, als fertige Briketts die Presse verlassen. In dem zu der Anlage gehörigen Ofen wird der einer Dampfkesselanlage entnommene Frischdampf mit Hilfe einer doppelten Rohrschlange auf etwa 350° überhitzt. Durch ein Gebläse werden dem Mischtrichter ferner die heißen Abgase des Ofens zugeführt, die neben dem überhitzten Dampf zur Herstellung fester Briketts erforderlich sind. Das Koksklein wird mit 6 % gemahlenem Hartpech ge-

mischt und durch den Elevator in die Mischmaschine gefördert, wo es von dem Rührwerk noch inniger gemischt wird. Durch den überhitzten Dampf und die heißen Abgase wird der Inhalt der Mischmaschine so stark erhitzt, daß das Hartpech schmilzt. Die erhitzte Masse gelangt nun in einen Füllbehälter und aus diesem in die zylindrischen Aussparungen des Matrizenstückes. Dieser bewegt sich nach jedesmaliger Füllung der Hohlräume um 60° weiter, worauf die Preßstempel die 10 cm hohe Brikettmasse auf 6 cm zusammenpressen. Die fertigen Briketts werden nach einer weiteren Drehung um 60° aus dem Matrizenstück herausgestoßen und fallen über eine Rutsche in die darunter gestellten Karren, mit denen sie zum Lager gefahren werden. Die Briketts haben zylindrische Form und sind 6×6 cm groß. Sie sind überall da verwendbar, wo eine Mindestschütthöhe des Materials

von 20—25 cm möglich ist; guter Schornsteinzug ist dabei natürlich Voraussetzung. Die besten Erfolge wurden bisher in eisernen Füllöfen und Zentralheizungsöfen erzielt. Verfasser hat eine derartige Brikettierungsanlage bereits vor 6 Jahren im Gaswerk zu Kolberg eingerichtet, in der nicht nur die gesamte eigene Erzeugung des Gaswerkes an Koks klein verarbeitet wird, sondern es ist infolge der lebhaften Nachfrage nach den Koksbricketts noch ein Zukauf von Koks klein erforderlich geworden. An Hand einer Rentabilitätsberechnung weist Verfasser nach, daß die Herstellungskosten für 1 Zentner Briketts 48,6 Pf. betragen, während sich der Verkaufspreis ab Gaswerk auf 70 Pf. beläuft. Mit der vorhandenen Presse lassen sich 21 000—22 500 Zentner im Jahre herstellen.

A. Sander, z. Zt. Brüssel.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

23. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Rubner sprach „Über neue Untersuchungen betreffend die Verdaulichkeit pflanzlicher Nahrungsmittel“.

Der Vortragende erörtert die Verdaulichkeit der pflanzlichen Zellmembranen einiger Körnerfrüchte, Gemüse- und Obstarten. Eingehend werden die Beschaffenheit der Frucht- und Samenhaut, der Zellmembranen des Mehlkernes, des Keimlings und der Spelzen beim Brotgetreide und der Einfluß dieser Bestandteile nach Experimenten am Menschen für die Verdaulichkeit des Brotes geschildert.

30. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Orth las über „das biologische Problem in Goethes Wahlverwandtschaften“. Aus der Erörterung aller einschlägigen Fragen aus der Vererbungslehre ergab sich, daß die Goethesche Erklärung der besonderen Körperbeschaffenheit des Kindes von Eduard und Charlotten zwar gewisser allgemeiner tatsächlicher Grundlagen nicht entbehrt, daß sie aber im einzelnen der naturwissenschaftlichen Kritik nicht standhält. Das genannte Problem besteht nicht in der Wirklichkeit, sondern nur in der Phantasie des Dichters.

2. Hr. Stumpf legte eine Abhandlung des Leiters der Anthropoidenstation auf Teneriffa, Hrn. Dr. Wolfgang Köhler, vor: „Intelligenzprüfungen an Anthropoiden I“. (Abh.) Darin werden zahlreiche Versuche mit Schimpansen beschrieben, aus denen hervorgeht, daß sie zur Erreichung eines erwünschten Zieles (Bananen) aus eigenem Antrieb den Umständen angepaßte Umwege oder Werkzeuge gebrauchen, auch mehrere Werkzeuge miteinander verbinden. Der Verfasser schließt daraus, daß sie innerhalb gewisser Grenzen einsichtiger Handlungen fähig sind, d. h. ein erwünschtes Ziel durch eine mehrere Teilhandlungen umfassende, aber einheitlich zusammenhängende und auf dem Überschauen einer Gesamtsituation beruhende Handlung erreichen können.

Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Sir Victor Horsley in London ist im Sommer 1916 in Kut-el-Amara verstorben.

Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg.

In der Sitzung vom 23. November 1916 bespricht nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der gerichtlichen Chemie Prof. Dr. Heiduschka die gerichtlich-chemische Ausmittlung von Giften, die zu den schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie gehört. Der biologische Nachweis und die Mikrochemie haben dabei aber bedeutende Fortschritte gezeitigt. Morphin, Strychnin, auch Phosphor sind oft noch nach Jahren in ausgegrabenen Leichen nachweisbar. Ungefähr die Hälfte der gerichtlich-toxikologischen Untersuchungen ergeben ein positives Resultat. Die Leichenverbrennung hat zu Untersuchungen über die Möglichkeit des Giftnachweises in der Asche geführt. Es hat sich gezeigt, daß Verunreinigungen in der Regel nicht auszuschließen sind und vor allem Arsen auf diesem Wege häufig der Asche beigemischt wird (Fall Hopf!). Eine große Rolle fällt diesem Wissenszweig zu bei der Ausmittlung von Verbrechern (Ausgießen von Fußspuren mit Paraffin, chemische Untersuchungen von Stoffasern, Nasenschleim in Taschentüchern, Schmutz von Stiefeln, Fäces, Urin, ferner Sichtbarmachen von Fingerabdrücken, z. B. auf Leder, Blutnachweis), bei Untersuchungen über Brandstiftung, Sachbeschädigungen, bei der Anwendung von Verordnungen über den Verkehr mit Nahrungs- und Genußmitteln (Saccharin!), und Urkundenfälschungen (z. B. Untersuchung der Farben gefälschter Banknoten usw.).

P. Vonwiller, Würzburg.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S. 836.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft.

(Berliner Zweigverein.) S. 837.

Berichtigung

zu der Besprechung von H. Joseph: Abel, O., Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten (Heft 49).

Durch die Schuld der Druckerei ist auf S. 748 überall die Endsilbe teuthis in tenthis verwandelt worden; es muß heißen: Cuspিতেuthis, Mucroteuthis usw.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 52.

29. Dezember 1916.

Vierter Jahrgang.

INHALT:

Ueber den gegenwärtigen Stand der Seidenbau-
bewegung in Deutschland. Sammelreferat. Von
Dr. Hans Walter Frickhinger, München. (Schluß).
S. 841.

Magmatische Ausscheidungen von gediegenen
Metallen. Von *Dr. Georg Aulmann, Düsseldorf.*
S. 844.

Besprechungen:

Stoklasa, Julius, und Alois Matousek, Beiträge
zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe.
Physiologische Bedeutung des Kaliumions im
Organismus der Zuckerrübe. Von *A. Pütter.*
S. 847.

Schaxel, J., Ueber den Mechanismus der Ver-
erbung. Von *Erwin Hirsch.* S. 848.

Hertwig, R., Lehrbuch der Zoologie. Von
W. Kükenthal. S. 848.

Siegfried, M., Ueber partielle Eiweißhydrolyse.
Von *H. Pringsheim.* S. 849.

Kleine Mitteilungen:

Auftreten der Fichtengespinstblattwespe im
Roggenburger Forst. Kurzer Ueberblick über
die Gesamtfrage der Ornithophilie. Japanische
Polychäten der Sammlung Doflein. Bohrapparat
von Tereido. Der Erfinder des konstanten gal-
vanischen Elementes. Die Verwendung des
Steinkohlengases zur Beleuchtung von Eisen-

bahnwagen. Zur Photometrie der mit Gas ge-
füllten Glühlampen. S. 849—853.

Berichte gelehrter Gesellschaften:

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der
Wissenschaften in Wien, der Königlich Bay-
erischen Akademie der Wissenschaften, der
Königlich Preussischen Akademie der Wissen-
schaften. S. 853—854.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen):

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen
Gesellschaft vom 15. November 1916. S. 854.

Annalen der Physik, 1916, Nr. 21. S. 854.

Physikalische Zeitschrift, 1916, H. 21. S. 854.

Annalen der Hydrographie und maritimen Mete-
orologie, 1916, Jg. 44, H. 9 u. 10. S. 855.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1916,
Bd. 116, H. 2. S. 855.

Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen,
1916, Bd. 42, H. 2. S. 855.

Zoologische Jahrbücher. Abteilung für allgemeine
Zoologie und Physiologie der Tiere, 1916, Bd. 36,
H. 1. S. 856.

Archiv für Naturgeschichte, 1916, Jg. 81,
H. 10. S. 856.

Archiv für Protistenkunde, 1916, Bd. 37, H. 1.
S. 856.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Werner Siemens

Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl
seiner Briefe

Aus Anlaß der 100. Wiederkehr seines Geburtstages

Herausgegeben von

Conrad Matschoß

Zwei Bände

In Halbpergament gebunden Preis M. 20.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



ZEISS

Mikroskope

u. mikroskopische Hilfsapparate

Paraboloid-Kondensor
für Dunkelfeldbeleuchtung

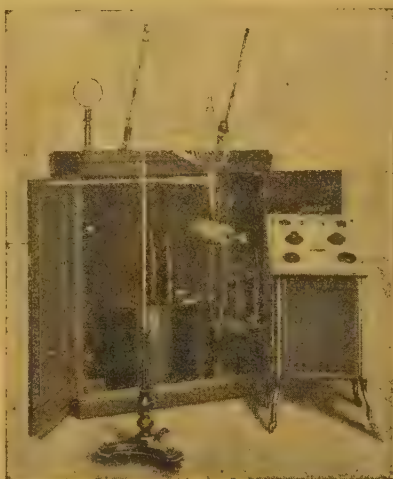
Lupen, Epidiaskope,
Projektions-Apparate

Kleiner Projektions-Apparat
für Diapositive.

Druckschriften kostenfrei.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Coolidge-Röhre für Diagnostik

Coolidge - Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte und Intensität
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorfürhungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59

Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

29. Dezember 1916.

Heft 52

Über den gegenwärtigen Stand der Seidenbaubewegung in Deutschland.

Sammelreferat.

Von Dr. Hans Walter Frickhinger, München.

(Schluß.)

In einer zweiten Arbeit (12) hat Prof. Maas aus diesen seinen wissenschaftlichen Versuchsreihen die Nutzenanwendung für die Praxis gezogen und auf Aufforderung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie seine Ansicht über das deutsche Seidenbauproblem niedergelegt: Er kommt darin zu dem Schluß, daß die Schwarzwurzelblattfütterung im ersten Jahre der Maulbeerblattfütterung durchaus ungleichwertig sei: „Bei keiner Rasse, auch nicht der anspruchslosesten, ist trotz aller Sorgfalt, trotz Heizung, trotz ausgelesener und gereinigter und getrockneter Blätter auch nur ein annähernd gleiches Ergebnis zu erzielen, wie mit Maulbeerlaub; wenn manchmal die Kokons geraten, so ist stets doch der Zeitaufwand merklich größer und die Anzahl der durchgekommenen Raupen wesentlich geringer . . . Auch die Ansicht von der verbessernden Wirkung der Zuchtwahl im Laufe der Generationen erweist sich als unzutreffend; im Gegenteil sind gewöhnlich die Nachkommen der von beiden elterlichen Seiten mit *S* Gefütterten bedeutend schwieriger aufzuziehen als diejenigen, welche nur auf der einen Seite *S*-Ahnen haben (gleichgültig ob Vater oder Mutter), und diese in manchen Punkten wieder schwieriger als solche, die überhaupt in der nächsten Vorfahrenschaft *S*-belastet sind.“

Von praktischer Bedeutung dürfte an diesen Versuchen nach der eigenen Ansicht des Verfassers die Erfahrung sein, daß „eine Kreuzung, die schon in der großelterlichen Generation durchgeführt ist, bei gleicher Belastung günstigere Resultate zeitigt als eine solche, die erst in der elterlichen Generation geschieht, also

1912	$S \times M$	$S \times M$	besser	ziehbar	als	$S \times S$	$M \times M$
1913	$S \times S$	„	„	„	„	$S \times S$	
1914	S	„	„	„	„	S	

trotzdem in beiden Fällen die großelterliche und elterliche Belastung der Summe nach gleich ist.“

„Es fragt sich, ob der Vorteil durch die bereits großelterliche Kreuzung ein dauernder ist oder ob eine solche zweijährige Vorbereitung seitens wissenschaftlicher Züchter immer wieder neu zu erfolgen hat, um dem Praktiker ein brauchbares Material an die Hand zu geben. . . . Ferner, ob der in zwei Generationen erreichte Vorteil größer ist als der durch Neukreuzung mit vollkommen unbelastetem Material.“

Dieses glaubt der Forscher bejahen zu können, da nach seinen Erfahrungen die jungen Kr-Räupchen das Futter viel leichter angehen. Durch diesen Umstand ist „eine Erschwerung der *S*-Fütterung, das Verbringen der jungen Räupchen auf die erste Nahrung, dann behoben. . . . Jedenfalls sind diese Fraßinstinkte beeinflussbar, und die folgenden Generationen zeigen die Wirkung: In der Tochtergeneration zeigte sich noch keine wesentliche Änderung, dagegen schon eine merk-

liche Umstimmung in der Enkelgeneration zugunsten der *S*-Fütterung“.

Trotz dieser doch immerhin recht aussichtsreichen Ergebnisse bietet die *S*-Fütterung nach den praktischen Erfahrungen des Forschers noch ganz erhebliche Schwierigkeiten, die in der Natur des Gewächses liegen: beim Regen werden die Blätter der Niedrigkeit der Pflanze wegen leicht schmutzig; sie müssen getrocknet und gereinigt werden, ehe sie dargereicht werden können. „Die Zuchten sind entschieden empfindlicher gegen Temperaturwechsel und Feuchtigkeit als gewöhnliche, selbst bei „härteren“ Rassen. Die Behandlung der Hürden bei der Häutung erfordert viel größere Sorgfalt; die *S*-Blätter werden nie so ausgenutzt wie die *M*-Blätter und bilden darum eine Unterlage, die zwar bei einigem Geschick und bei Trockenheit ein gutes Bett für die Raupen, aber auch, namentlich bei Nässe und bei nicht kundigen Züchtern, zu einer Gefahr wegen Krankheiten werden kann.“

Infolge all' dieser Nachteile kommt Prof. Maas zu dem Schlusse, daß „ungeübte Züchter mit der Schwarzwurzelblattfütterung nur schlecht zurecht kommen werden“. Er kann deshalb in seinem Schlußurteil die Einführung des Seidenbaues in Deutschland auch nicht mit jenem Maß von Enthusiasmus begrüßen, wie ihn die werbenden Kreise in ihren Schriften (cfr. 7) häufig erkennen lassen. Mit klarem Blick sieht er vor allem die vielen wirtschaftlichen Schwierigkeiten voraus, welche der Seidenzucht in unserem Vaterlande drohen, und ihnen ist er geneigt — nachdem die Frage nach der biologischen Möglichkeit im großen und ganzen bejahend gefaßt werden kann —, in der Entscheidung des ganzen Problems die Hauptrolle zuzusprechen. Darin stimmen auch andere Autoren mit ihm überein. So weist Friedrich Steppes (20) auf „die einfach traurigen Aussichten“ hin, welche für die Absatzmöglichkeit der gewonnenen Seide bestehen. Die Nachfrage nach Rohseide ist in den letzten Jahren beträchtlich zurückgegangen; Dr. Steppes spricht die Schuld daran „dem Unfug der Seidenbeschwerung“ zu. Wird nämlich Rohseide „einige Zeit in eine Lösung von geeigneten Metallsalzen oder Gerbsäuren eingelegt, so geht sie mit diesen Stoffen Verbindungen ein, die in ihrer chemischen Natur noch wenig aufgeklärt sind. Sie sind es aber, die die Seide brüchig machen. Die Seide nimmt von den Gerbsäuren und Metallsalzen so viel auf, daß dadurch eine Gewichtserhöhung bis zu 300 % erzielt werden kann.“ Da nun die Seide im Großhandel nach dem Gewicht verkauft wird, liegt diese Beschwerung sehr im Interesse der Fabrikanten; aber die damit verbundene Unhaltbarkeit des Seidenstoffes hat des dadurch verursachten Nachfragerückgangs wegen schon heute eine Überproduktion an Rohseide für den Weltverbrauch bewirkt.

Bei der Erörterung der wirtschaftlichen Verhältnisse, die einer rentablen Seidenzucht in Deutschland hindernd im Wege stehen könnten, wurde als schwerwiegendes Moment die im Vergleich zu anderen Ländern ganz beträchtliche Höhe unserer Tagelöhne betont, die sich nach der Ansicht Rudolf Krahnens (10)

besonders bei der Frage der Verspinnung der Kokons fühlbar machen werden. Die Bezahlung der Spinnerinnen in den Hauptproduktionsländern ist eine außerordentlich geringe, sie beträgt in Italien z. B. 1—1,25 Lire pro Tag. Kommerzienrat *Krahnen*, der Vorstand der Crefelder Handelskammer, bezweifelt es sehr, ob es bei den deutschen Arbeitslöhnen, die das Doppelte bis Dreifache davon betragen, möglich sein wird, in absehbarer Zeit die billige Auslandsware auf dem Seidenmarkte durch heimische Produkte zu ersetzen.

Auf die fundamentale Verschiedenheit unserer wirtschaftlichen Verhältnisse von denen anderer Seidenbauländer verweist besonders *Adolf Seitz* (16), der auf seinen Reisen in *China und Japan* aus eigener Anschauung die wirtschaftliche Lage der dortigen Seidenzüchter kennen lernen konnte. Er fand „die Gegend um so ärmer, je intensiver und allgemeiner der Seidenbau betrieben wurde“. Während der männliche Teil der Bevölkerung um einen für europäische Begriffe minimalen Lohn auswärts auf Arbeit geht, versorgen die Weiber den eigenen, oft nur „zimmergroßen“ Grundbesitz, auf dem Reis oder dergleichen angebaut wird. Die Arbeitsleistung, die hier vollbracht werden muß, entspricht natürlich der Kleinheit des Ackerchens. Meist sitzt irgendein Familienmitglied auf dem Felde und überwacht gleichsam die Erträge des Erdreichs. Zur Obliegenheit dieser Person gehört dann auch noch die Wartung der Seidenraupen, die hier natürlich sehr leicht nebenher gehen kann. „Anderweitig brauchbare Arbeitszeit scheint dort überhaupt nicht auf die Seidenzucht verwendet zu werden, und ihr Ertragnis scheint mit dem verglichen werden zu können, was bei uns zulande ein Bauer verdient, wenn er sich auf seinem Hof 2—3 Bienenkörbe aufstellt.“

Ähnliche Verhältnisse wie in China treffen wir in der *Lombardei*: auch hier zählen die Distrikte mit ausgedehntem Seidenbau nicht zu den reichsten, wenn sie auch nicht unter allzu großer Armut zu leiden haben. Das liegt aber sicher nicht an den Gewinnen, welche die Seidenzuchten abwerfen, sondern an der köstlichen Fruchtbarkeit des Landes, die es dem italienischen Bauern ermöglicht, auf seinem kleinen Grundstück Tomaten, Wein und Oliven und Maulbeerbäume anzupflanzen. Darauf ist es ja müßig hinzuweisen. Auch hier bedingt die Kleinheit des Besitzes keine allzu große Mühe, so daß der Seidenbau unschwer nebenher gehen kann.

Derartige Vergleiche mit der Entwicklungsbahn, welche der Seidenbau in anderen Ländern genommen hat, sind für uns sehr lehrreich, besonders dann, wenn es sich um ein Land handelt, in dem die Einbürgerung des Seidenbaues vor nicht allzu ferner Zeit geschah, sich also sozusagen vor unseren Augen vollzog. In *Ungarn* entwickelte sich die Seidenzucht, wie *Joh. Bolle* (2, S. 40) in einer als Flugschrift der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie herausgegebenen Abhandlung berichtet, zu ihrer heutigen Höhe erst seit 1879. Damals erregte auf einer landwirtschaftlichen Ausstellung in Stuhlweißenburg eine kleine Kollektion von auf dem Gute des *Wld. Stefan de Bezerédj* in der Puszta Hidja geernteten Kokons das Interesse des ungarischen Ackerbauministers Baron *Gabriel Kemény*, dessen Initiative die ungarische Seidenindustrie ihre heutige Blüte verdankt. Die Maßnahmen, welche damals in Ungarn ergriffen wurden, sind vorbildlich für jedes Land und verdienen es deshalb, in weiteren Kreisen bekannt zu werden.

Der Minister ging von der Ansicht aus, daß nur ein besonderes Organ, das, „frei von bureaukratischen Fesseln und Sonderinteressen“, lediglich das eine Ziel im Auge habe, eine Hebung der Seidenzucht zu erreichen, auch nur wirklich Ersprößliches werde leisten können. Er gründete daher als Seidenbauzentralstelle im Jahre 1880 das *kgl. ungarische Seidenbau-Landesinspektorat* in *Szekszárd*, an dessen Spitze er den Gutsbesitzer *Paul de Bezerédj* als kgl. ung. Ministerialbevollmächtigten berief. Gerade diese Zentralisation war die glücklichste Maßregel, der allein der Aufschwung und der Erfolg der ungarischen Seidenindustrie zuzuschreiben ist: „Im Jahre 1879 erzeugte Ungarn die minimale Kokonsmenge von 2507 kg, ein Jahr darauf begann die Tätigkeit des Landesinspektorates mit dem Ankauf von Zellengrains (auf ihre Gesundheit untersuchter Seidenraupeneier) und deren Verteilung an 71 Gemeinden und in kleinen Portionen an Züchter, welche eine Gesamternte von 10 131 kg erzielten. In den folgenden Jahren wurden immer mehr Züchter gewonnen, und dank der Verbreitung von gesundem Samen, zum Teil eingeführt, zumeist aber eigener Erzeugung, stieg die Ernte immer höher und höher, so zwar, daß im Jahre 1887 die erste halbe Million Kilogramm, 3 Jahre darauf bereits die erste Million und im Jahre 1905 fast die zweite Million im Gesamtwerte von mehr als 5 Millionen Kronen erreicht wurde.“

Es ist ja nicht zu leugnen, daß die Verhältnisse für den Seidenbau in Ungarn recht günstig lagen. Von Seidenraupenzuchtversuchen her, die vor 1½ Jahrhunderten unter der Regierung der Kaiserin Maria Theresia angestellt worden waren, aber zu keinem durchschlagenden Erfolg geführt hatten, waren noch über das ganze Land hin große Maulbeerbaumbestände vorhanden, welche den Züchtern unentgeltlich zur Verfügung gestellt wurden; die klimatischen Bedingungen besonders in Südungarn waren durchweg entsprechende, und auch die Bevölkerung schien willfährig, mit aller Ausdauer den Seidenzuchten ihre Kraft zu widmen, sofern nur ein annehmbarer pekuniärer Vorteil dabei zu erwarten war. Trotz alledem gebührt der Organisation das Hauptverdienst an dem überraschend schnellen Aufschwung.

Die Geldfrage spielte natürlich auch hier die größte Rolle: sie wurde dadurch einwandfrei gelöst, daß der Staat für Propagandazwecke alljährlich 30 000 Kr. dotierte und die notwendigen Kapitalien zum Betrieb der Seidenzuchten und ihrer technischen Verwertung unverzinslich bar vorstreckte. Die Summen, welche dafür verausgabt werden mußten, waren ganz beträchtliche; sie betrugen im letzten Dezennium durchschnittlich pro Jahr 4½—5½ Millionen Kronen. Diese alljährlichen Barvorschüsse machen sich aber am Ende eines jeden Betriebsjahres durch den Verkauf der gewonnenen Erzeugnisse wieder bezahlt.

Nachdem diese Hauptbedingung der Geldfrage durch die Zuvorkommenheit des Staates geregelt worden war, wurde eine lückenlose Organisation im Betriebe der Seidenzucht eingeführt.

„Die Übergabe des Samens erfolgt im Frühjahr an besonders beauftragte *Aufseher*, die in jeder Seidenzucht betreibenden Gemeinde ansässig sind und in geeigneten Räumen die gemeinsame Ausbrütung und die Verteilung der ausgekrochenen Räumchen an die Züchter vornehmen. Diese Organe sind in der rationellen Aufzucht praktisch ausgebildet und wirken gleichsam als *Gemeindeinspektoren*, besuchen regelmäßig die Aufzuchten und belehren mündlich die Züchter; auch haben

sie die Einlösung der Kokonsernte und die Aufsicht über die Maulbeerbaumanlagen zu besorgen. Die Überwachung und Unterweisung dieser Organe ist Aufgabe der *Distriktsinspektoren*, von denen jeder einen Distrikt von 30—35 Gemeinden unter sich hat; je 10 bis 12 Distriktsinspektoren — im Jahre 1910 gab es im ganzen 80 — unterstehen wiederum einem *Seidenbauoberinspektor*, der den Verkehr mit der Zentrale in Szekszárd leitet und dieser direkt untergeordnet ist.“

Bei dem Seidenbaulandesinspektorat in Szekszárd bestehen neben den verschiedensten *Sektionen* für *Personal-, Seidenzucht- und Geschäftsangelegenheiten*, für *Maulbeerbaumkulturen* und *Rechnungsführung* eine eigene *Abteilung für Samenbereitung* durch das Pasteursche Zellensystem und ein *technisches Institut*, in dem ein *Spinnereioberinspektor* die Sachen der Seidenspinnereien zu führen hat.

In dieser Zentralisation aller Seidenzuchtangelegenheiten von der Samengewinnung bis zur Einlösung der Kokonsernte, in dieser Verquickung biologischer und wirtschaftlicher Verhältnisse liegt, wie sich von Jahr zu Jahr mehr zeigte, die Hauptstärke der ungarischen Seidenindustrie, und gerade dieser Organisation wegen ist das ungarische Beispiel im jetzigen Zeitpunkt für uns besonders interessant.

An welch nebensächlichen Widerständen die Einführung der Seidenzucht in einem Lande scheitern kann, wenn nicht alle Maßnahmen zurecht ergriffen und die Einführung systematisch vorbereitet wird, das zeigt uns *Adolf Andres* in seiner Besprechung der *Seidenzucht in Ägypten* (1). 50 Jahre etwa datieren die ersten Versuche ägyptischer Großgrundbesitzer zurück, die Seidenzucht auch in Ägypten zur Ausbreitung zu bringen. Sie ließen zu diesem Zweck an Straßen und Kanalbänken Maulbeerbäume anpflanzen, sorgten für die Einfuhr gesunder Eier und suchten der einheimischen Bevölkerung so auf alle nur erdenkliche Weise das Züchten der Seidenraupen zu erleichtern. Trotzdem nun der ägyptische Fellah ein in den dürftigsten Verhältnissen lebender Mensch ist, dessen kärglicher Tagesverdienst höchstens ein paar Piaster beträgt und der es sich deshalb sicherlich nicht hätte entgehen lassen, durch die Seidenzuchten noch eine kleine Summe nebenbei zu verdienen, so konnten die Seidenbauinteressenten in Ägypten doch nichts erreichen. *Ad. Andres* gibt die Schuld an diesem Fehlschlag dem Umstand, daß die werbenden Kreise sich vorher nicht genügend eingehend mit der wissenschaftlichen Vorbereitung ihrer Seidenbauversuche befaßt hatten. So zeigte sich erst im Verlaufe der ersten Zuchtsaisonen, von welch unheilvollem Einfluß die in Ägypten im Frühjahr auftretenden heißen *Südwinde* oder *Chamsine* auf die biologischen Fähigkeiten der Seidenraupen sein konnten: starben die Tiere nicht überhaupt gleich massenweise ab, so hörten sie doch zum mindesten gänzlich in ihrem Spinngeschäft auf und gefährdeten so mit einem Schlage den gesamten Ertrag der Kokonsernte. Um diesem Übel zu steuern, sah man sich genötigt, *eigene Schuppen mit Ventilatoren* zu errichten, um in diesen kühleren Räumen ein Massensterben der Raupen zu verhindern. Aber mit dieser zumindest für den gemeinen Mann einfach unerschwinglichen Ausgabe war natürlich auch die Aussicht auf eine rentable Hausindustrie ein für alle Mal geschwunden . . . „Auch bei uns in Deutschland,“ schließt der Verfasser, „sollte man sich erst einmal durch wissenschaftliche Untersuchungen genau darüber klar werden, wie man am besten dieses Problem an-

packt, um nicht durch Fehlschläge unnütze Opfer zu bringen.“

Eine eingehendere Definition derartiger wissenschaftlichen Voruntersuchungen gibt *Ad. Seitz* (18) anlässlich einer Besprechung der Maasschen Arbeiten.

Prof. *Seitz* fordert Untersuchungen nach folgenden Richtungen hin:

1. Die Zucht welcher Seidenspinnerrassen kommt für Deutschland in Betracht?
2. Welche Futterpflanze empfiehlt sich mit der größten Aussicht auf Erfolg zur Anwendung? Ist bei der Maulbeerblattfütterung zu beharren oder läßt auch die Schwarzwurzelfütterung auf Erfolge hoffen?
3. Welche Gegenden des Deutschen Reiches gestatten den Seidenbau überhaupt und welche empfehlen ihn vornehmlich des Klimas, des Bodens, der Bevölkerung und wirtschaftlichen Verhältnisse wegen?
4. Welche Volkskreise scheinen am meisten dazu geeignet, sich damit zu befassen? Sind Kinder damit zu betrauen? Ist der Seidenbau Kriegsinvaliden anzuraten?
5. Welche Summen müssen aufgebracht werden, um die Angelegenheit in Gang bringen zu können?
6. Ist eine Rentabilität überhaupt zu erwarten und von wann an wäre sicher damit zu rechnen?

Alle diese Fragen werden nicht von heute auf morgen beantwortet werden können, wenn auch daran nicht zu zweifeln ist, daß es deutscher Gründlichkeit gelingen wird, eine befriedigende Lösung zu finden. In dieser bestimmten Erwartung ist es um so freudiger zu begrüßen; daß es durch die Hochherzigkeit einiger Frankfurter Herren ermöglicht worden ist, die Untersuchungen des in diesem Frühjahr mitten aus seiner wissenschaftlichen Tätigkeit jäh durch den Tod dahingerafften Prof. *Maas* im Insektenhause des Frankfurter Zoologischen Gartens fortzusetzen.

Welches wohl das Resultat dieser Untersuchungen sein wird, darüber können wir heute selbstverständlich nur mit allem Vorbehalt eine Ansicht äußern. Prof. *Seitz* gibt gleich Prof. *Maas* der wirtschaftlichen Seite des Problems den Ausschlag. Sollten nun diese wirtschaftlichen Erhebungen, die unbedingt vor der allgemeinen Propagandierung des Seidenbaugedankens bei uns angestellt werden müßten, etwa ergeben, daß „die Einführung des Seidenbaus innerhalb der Grenzen des heutigen Deutschland nicht empfehlenswert erschiene“, so ist die dabei aufgewandte Mühe noch nicht unbedingt nutzlos vergeudet worden. Es bestände immerhin noch die Möglichkeit, den deutschen Bedarf an Rohseide für die Zukunft den Geldsäckeln unserer heutigen Gegner — Italien, Frankreich und Japan — zu entziehen; denn diese Erhebungen könnten uns vielleicht die aussichtsreiche Perspektive eröffnen, daß die Einführung des Seidenbaues „innerhalb der Grenzen des zukünftigen Wirtschaftsblocks von großer kultureller Bedeutung wäre“. Als erstklassige Gegenden hierfür kämen dann wohl solche Distrikte in Betracht, deren milde klimatische Bedingungen der Seidenzucht günstig gelagert und deren „Bevölkerung tierverschäftigt, anspruchslos, manuell geschickt und zu müheloser, spielerischer Arbeit geneigt wäre“. Die Seidenzucht dürfte also um so rentabler werden, je weiter nach dem Südosten des Wirtschaftsblocks (Bulgarien, Türkei, Kleinasien, Persien) sie ihren Schauplatz verlegen würde: auf die günstigen Verhältnisse dieser Länder verweist auch *Joh. Bolle* in einer neueren der

Förderung der Seidenzucht in der Türkei gewidmeten Arbeit (3).

Diese Einbürgerung des Seidenbaues im verbündeten Orient, für die von türkischer Seite schon seit Jahren alle möglichen fördernden Schritte getan werden, könnte natürlich nie den Verdacht erwecken, als stelle sie eine Konkurrenz des österreichisch-ungarischen Seidenbaus dar; denn Ungarns Seidenindustrie ist trotz ihres großen Aufschwungs und der Unterstützung des südösterreichischen Seidenbaues, auch heute noch nicht in der Lage, den heimischen Markt vollkommen zu versehen, wieviel weniger erst wäre sie imstande, den Bedarf der Verbündeten zu decken. Nach J. Bolle (2, S. 27) steht der Produktion von 352 000 kg Rohseide in Österreich-Ungarn ein Verbrauch von alljährlich 807 000 kg gegenüber, während wir in Deutschland allein pro Jahr über 4 Millionen Kilogramm Rohseide zur Verarbeitung bringen.

Diesen gewaltigen Rohmaterialsmengen entsprechen natürlich auch die Summen, welche von den Zentralmächten bisher alljährlich nach dem heute feindlichen Auslande flossen: für 160 Millionen Mark hat die deutsche Seidenindustrie beispielsweise im Jahre 1913 Rohseide aus dem Auslande bezogen!

Wenn es gelingen sollte, diese Summen in Zukunft in Wegfall zu bringen, bezw. unserem eigenen Volksvermögen zuzuführen, so wäre sicherlich damit kein unwichtiger Schritt getan in dem Bestreben, die Unabhängigkeit Deutschlands vom Auslande in jeder Hinsicht zu erreichen.

Literaturverzeichnis.

1. Ad. Andres (Darmstadt), *Seidenzucht in Ägypten*. Entomologische Rundschau, 33. Jahrg., Nr. 6, 9. 6. 16, S. 27/28.
2. K. k. Hofrat Johann Bolle (Wien), *Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung*. Mit 33 Textabbild. Berlin, Paul Parey. 4. Flugschrift der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie. 1916.
3. Idem, *Die Förderung des Seidenbaues in der asiatischen Türkei*. Österreichische Monatsschrift für den Orient, 1916, Nr. 1—6.
4. Prof. Dr. Udo Dammer (Berlin-Dahlem), *Über die Aufzucht der Raupe des Seidenspinners mit den Blättern der Schwarzwurzel*. Ein Beitrag zur Lösung der Seidenbaufrage in Mittel- und Nordeuropa. 2. Aufl. 1915. Trowitzsch & Sohn, Frankfurt a. O.
5. Prof. Dr. J. Dewitz (St. Martinsbaum b. Metz), *Über Seidengewinnung*. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft. 14. Jahrg. 1916. Heft 1, S. 27—36.
6. Dr. H. W. Frickhinger (München), *Zum Kapitel Seidenbau in Deutschland*. (Über die Organisation der Seidenbaubewegung.) Zeitschrift für angewandte Entomologie. 3. Bd. 1916. Heft 2, S. 300—302.
7. E. Großkopf, *Der Seidenbau in Deutschland*. Eine wichtige Friedensarbeit in schwerer Kriegszeit. Kosmos. 1915, Heft 6, S. 197—199.
8. Fritz Huttenlocher (Stuttgart), *Von der Raupe des Seidenspinners*. Naturwissenschaftliche Wochenschrift N. F. 15. Bd., Nr. 18, 30. 4. 16, S. 262—264.
9. Dr. Friedrich Knauer (Wien), *Eine heimische Seidenzucht*. Wochenschrift Münchener Allgemeine Zeitung, 118. Jahrg., Nr. 41, 9. 10. 15, S. 555—557.
10. Kommerzienrat Rudolf Krahen (Crefeld), *Bestrebungen hinsichtlich der Aufnahme des Seidenbaus in Deutschland*. Verhandlungen der Handelskammer zu Crefeld. Öffentliche Gesamtsitzung vom 22. 3. 16, S. 5/6.
11. Prof. Dr. Otto Maas (München), *Versuche über Umgewöhnung und Vererbung beim Seidenspinner*.

Archiv für Entwicklungsmechanik 41. Bd., 1915, 4. Heft, S. 672—727.

12. Idem, *Bemerkungen zur Einführung der Seidenzucht in Deutschland nach eigenen Erfahrungen über die Biologie des Seidenspinners*. Zeitschr. f. ang. Entom. 3. Bd., Heft 1, S. 180—194.

13. Dr. Olufsen (Hamburg), *Seidenbau in Dänemark*. Prometheus. 27. Jahrg., Nr. 19, 5. 2. 16, S. 295—297.

14. Idem, *Zur Frage der Maulbeerbuschzüchtung*. Naturwiss. Wochenschr. N. F. 15. Bd., Nr. 13, 26. 3. 16, S. 190—191.

15. Oberinspektor Maximilian Ripper, Leiter der k. u. k. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Görz, *Seidenbau*. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich. Jahrg. 1915, S. 215.

16. Prof. Dr. Ad. Seitz (Darmstadt), *Entomologische Streitfragen. XI. Seidenzucht in Deutschland — ein nationales Problem*. Ent. Rundschau 33. Jahrg., Nr. 3, 17. 3. 16, S. 11—15.

17. Idem, *Probleme der Seidenzucht in Deutschland*. Ibidem Nr. 4, 14. 4. 16, S. 19/20.

18. Idem, *Der Seidenbau und die Maasschen Versuche*. Ibidem Nr. 8, 4. 8. 16, S. 39—40.

19. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Paul Sorauer, *Die Wiederaufnahme der Seidenraupenzucht in Deutschland*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1915, S. 296—311 und 473—478.

20. Dr. Friedrich Steppes, *Der Seidenbau in Deutschland*. Kosmos. 1916, Nr. 2, S. 65/66.

Magmatische Ausscheidungen von gediegenen Metallen.

Von Dr. Georg Aulmann, Direktor des Naturw. Museums Düsseldorf.

Alle Eruptivgesteine, besonders die kieselsäureärmeren, bringen beim Empordringen aus den unbekannten Tiefen in die höheren Regionen der Erdkruste oder bis an die Erdoberfläche mehr oder minder große, zumeist allerdings nur sehr kleine Mengen von gediegenen Metallen und Metallverbindungen mit sich. Als eigentliche Erzlagerstätten kommen solche Vorkommnisse meist nicht in Betracht, weil der Gehalt der betreffenden Gesteine an diesen primären Metall- und Erzteilen zu gering ist, als daß sie den Bergbau lohnen würden.

Von gediegenen Metallen sind bis jetzt in Eruptivgesteinen beobachtet worden: das Eisen in Basalten, Nickeleisen in Olivinfels und Serpentin, Platin in Olivingesteinen und Pyroxenfeldern, Gold in Graniten, Dioriten, Pyriten und Basalt sowie Kupfer in Syenit.

Von diesen Metallen sind Nickeleisen, Platin, Gold und Kupfer bisher nur in kleinen Mengen im Urgestein beobachtet worden, während von Eisen ganz bedeutende, allerdings bergbaulich ebenfalls nicht nutzbare Mengen gefunden worden sind.

Gediegenes Nickeleisen (Awaruit) wurde im Jahre 1885 von W. Skey an der Westküste der Südinse von Neu-Seeland aufgefunden. Diese Gegend wird von Gneisen, Glimmer- und Chloritschiefern gebildet, die von mächtigen Stöcken eines zum Teil in Serpentin umgewandelten Olivinfelses (Olivin + Enstatit, auch Harzburgit) durchbrochen sind. In den von den Serpentin- und Saxonitbergen herablaufenden Flußtälern fand man das Nickeleisen in losen Körnern und beabsichtigte einen Seifenbetrieb darauf zu eröffnen. Später wurde es in kleinen Partikeln eingewachsen in den genannten Eruptivgesteinen nachgewiesen. Die Zusammensetzung des Awaruites ist nach Skey: Ni 67,63 %, Co 0,70 %, Fe 31,02 %, S 0,22 %, SiO₂ 0,43 %.

Die Vermutung, daß das *Platin* der uralischen Platinseifen seinen eigentlichen Sitz in den Serpentin haben müsse, die am Oberlauf der Platin führenden Flüsse verbreitet sind, wurde durch *A. Daubrée* bestätigt durch das Auffinden von Körnchen von Platin in den Seifen, die noch mit Olivin, Serpentin und Pyroxen verwachsen waren. Später fand man im westlichen Ural einen Olivinabbro mit Körnchen von eingewachsenem Platin sowie im östlichen Teil des Gebirges Chromitnester mit Platin in einem Olivingestein. Das Platin des Urals enthält 5 bis 13% Eisen, außerdem etwas Iridium, Rhodium, Paladium, Osmium und Kupfer. Es wird vermutet, daß sich das Metall aus Strömen von gasförmigem Platinchlorür, Wasserstoff und etwas Eisenchlorür auf pneumatolytischem Wege gebildet habe. Die Gehalte der uralischen Olivingesteine an gediegenem Platin sind bis auf vereinzelte Ausnahmefälle viel zu gering befunden worden, als daß diese primären Platinlagerstätten irgendwelche ökonomische Bedeutung gefunden hätten, erst die eluvialen und alluvialen Gebilde lohnen den Abbau.

Was das *Gold* als primärer Bestandteil von Eruptivgesteinen anbetrifft, so liegt eine ganze Reihe von solchen Fundstellen vor. Am besten bekannt ist das Auftreten von Gold in einem frischen, gneisartig-primär gestreckten Gabbrodiorit von Madagaskar. Der Fundort liegt nach *J. Kuntz* beim Dorfe Sahova im östlichen Urwald, nahe nördlich bei der Quelle des Flusses Nosivolo in der Nordhälfte der Insel. Das Gestein besteht aus dunkelgrüner Hornblende in gedrunenen Körnern, einem stark dichroitischen Diallag, dunklem Glimmer, Labradorit, Ilmenit, Apatit, etwas Pyrit und gediegen Gold in sichtbaren Körnchen. Die letzteren finden sich vorzugsweise als Einschlüsse in der primären Hornblende.

Die zahlreichsten Beobachtungen über das Vorkommen gediegenen Goldes in Graniten und anderen sauren Eruptivgesteinen liegen aus den verschiedensten Gegenden Amerikas vor. Ökonomische Bedeutung haben aber alle diese Vorkommnisse ebenfalls nur höchstens indirekt, indem daraus abbauwürdige Seifen sich entwickeln könnten.

Unter den vereinzeltten Beispielen von gediegenem *Kupfer* als unzweifelhaft magmatische Ausscheidung in Eruptivgesteinen ist erwähnenswert der gediegene Kupfer führende, bis 100 m mächtige Syenitgang, der die kristallinen Schiefer 3 km östlich von N'Kandhla bei Coopers Store am Umzhlatuzi-Fluß in Zululand durchsetzt. Blättchen des Metalls werden zum Teil von Hornblende und Feldspat umschlossen. Die Verteilung der Imprägnation ist sehr unregelmäßig und im ganzen arm, wenn auch auf Kilometer hin aushaltend. Die großartigen Vorkommen von gediegenem Kupfer innerhalb von Melaphyr-Mandelsteinen am Oberen See verdanken dagegen wohl postvulkanischen Prozessen ihre Entstehung.

Während die bisher erwähnten Metalle stets nur in kleinen Partikelchen in Urgesteinen eingesprengt sind, wurden von gediegenem *Eisen* magmatischen Ursprungs Vorkommen beobachtet, bei denen das Eisen zum Teil in ganz enormen Blöcken gefunden worden ist. Das interessanteste, wohl großen wissenschaftlichen, wenn auch keinen ökonomischen Wert besitzende Vorkommen von gediegenem Eisen ist dasjenige von Ovifak (Uigfab nuia kiterdlok) auf der Insel Disko an der Westküste von Grönland.

Schon seit Kapitän *Roß* wußte man, daß die Eskimos natürliches, gediegenes Eisen zu Werkzeugen ver-

arbeiteten, kannte aber den Ort nicht, wohér sie das Rohmaterial nahmen.

Die von *A. E. Nordenskiöld* endlich im August 1870 entdeckte wichtigste Fundstelle liegt ungefähr 20 km westlich von Godhaven am Blaafield an der Südseite der genannten Insel, unter 89° 19' 30" nördl. Br. und 54° 1' 22" westl. Länge. *Nordenskiöld* hielt sich in diesem Jahre auf Grönland auf, um die Möglichkeit der Verwendung von Eskimohunden als Tragtiere auf längeren Reisen zu erproben. Bei dieser Gelegenheit wurde ihm in Godhaven mitgeteilt, daß westlich von der Kolonie am Meeresstrande sich große, lose herumliegende Blöcke metallischen Eisens fänden. Bei näherer Untersuchung der angegebenen Strandstelle fand er 3 größere und mehrere kleinere Klumpen gediegenen Eisens, von denen er einen Teil der letzteren selbst mit nach Stockholm zurückführte, während die größeren Blöcke mangels geeigneter Hilfsmittel zum Fortbewegen und Verladen zurückgelassen werden mußten.

Jedoch schon im nächsten Jahre wurden durch eine besondere Expedition mit *G. Nauckhoff* als Geologen eingehendere Untersuchungen angestellt und nicht nur einige sehr große, lose am Strand liegende Eisenblöcke, sondern auch reichliches noch im Gestein befindliches Material nach Europa geschafft.

Über die Bergung der großen Blöcke und den geologischen Charakter der Fundstelle berichtet neuerdings *Nauckhoff* in *Svensk Kemisk Tidskrift* Bd. 28, Nr. 5 (1916, S. 102—103).

Das Urgebirge der Fundstelle besteht aus Gneis, auf welchem der das Eisen führende Basalt als deckenförmiger Erguß ruht, wie er in der dortigen kohlenführenden Tertiärformation nicht selten ist, während man den Basalt von Ovifak früher allgemein als Gang aufgefaßt hatte. Das obere Gebirge steigt bis zu einer Höhe von 600 m an und fällt zum Meere zu steil ab. Der Strand selbst sowie auch der während der Ebbezeit vom Wasser nicht bespülte Meeresboden, auf welchem die großen Blöcke lagen, verläuft dagegen ziemlich eben. Schützende Schären fehlen, die Fundstelle ist vollkommen offen dem Meere zu und den Stürmen der Baffinsbai preisgegeben.

Die zur Bergung des wissenschaftlich hochinteressanten Fundes vom schwedischen Staate ausgerüstete Expedition bestand aus dem Kanonenboot „Ingegerd“ und der Lastbrigg „Gladan“ unter dem Befehl des Kapitäns und späteren Admirals und Staatsministers *F. W. von Otter*. Die Expedition ging von Karlskrona Ende April ab und kam in Godhaven Ende Juni an. Der größte von den seinerzeit geborgenen Eisenblöcken, der sich jetzt in Stockholm befindet, besitzt ein Gewicht von 25 000 kg, der zweitgrößte sich in Kopenhagen befindende wog 8500 kg und der dritte in Helsingfors aufbewahrte hat ein Gewicht von 4000 kg. Es war keine leichte Arbeit, diese Eisenmassen zu verfrachten, aber dank des während der Arbeit herrschenden schönen Wetters gelang das Unternehmen in etwas mehr als 14 Tagen.

Die Blöcke selbst lagen zwischen einer Menge von dem Gebirge herabgerollten Basalt- und Gneisblöcken, so weit von dem Steilabfall des Gebirges entfernt, daß sie nur während der Ebbe auf dem Trockenen lagen, während sie zur Flutzeit sich vollständig unter dem Meeresspiegel befanden. Als erste Arbeit wurden während der Ebbezeit die lose auf dem Strande herumliegenden Gesteinstrümmer zersprengt und fortgeschafft, um die Eisenblöcke selbst freizulegen. Hierauf wurde der größte Eisenblock in die günstigste Lage gedreht

und mit kräftigen Ketten umschlossen. Aus großen kubischen Blechzisternen, wie sie zum Aufbewahren von Frischwasser an Bord verwendet werden, wurde eine Art Floß rund um den Block herum hergestellt. Über das Floß wurde ein kräftiger Mastbaum gelegt, an welchem die den Block umspannenden Ketten fest verankert wurden. Die gesamten Arbeiten mußten natürlicherweise während der Ebbe ausgeführt werden. Als dann die Flut kam, wurde mit dem steigenden Wasser das Floß mit der daran hängenden Last langsam aber sicher gehoben, bis es frei schwamm und in den Hafen von Godhaven bugsiert werden konnte. Mittels eines in Godhaven provisorisch errichteten Mastkranes wurde der Block aus dem Floß herausgehoben und auf die Brigg „Gladan“ verladen. Die übrigen Blöcke wurden auf die gleiche Weise gehoben und verfrachtet.

Während man früher ganz allgemein annahm, daß es sich bei diesen Funden um Eisenmeteoriten handelte, die in den Basalt gefallen seien, als diese sich noch in geschmolzenem Zustande befanden, haben spätere Untersuchungen unzweifelhaft ergeben, daß dieses Eisen tellurischen Ursprungs ist.

Der das Eisen führende Basalt, ein Plagioklasbasalt, umschließt nach A. E. Törnebohm einer früheren Bildungsperiode angehörige Bestandmassen eines doleritischen Gesteines mit Einschlüssen eines sehr graphitreichen Anorthitfels. Dieser Dolerit besteht aus Labradorit, Augit, Olivin, Titaneisenerz, Magnetit und einer glasigen Zwischenmasse. Außerdem enthält er, und zwar gewöhnlich nahe der Grenze mit den Einschlüssen von Anorthitfels, gediegen Eisen, Schreibersit, vielleicht auch Troilit, ferner Magnetkies, Graphit und ein meist stark umgewandeltes und dann einem Hisingerit ähnliches, eisenreiches Silikat. Auch Spinell und sehr selten Korund sind anwesend. Das metallische Eisen erscheint in Flittern, Körnern, kugelförmigen Massen und mächtigen Klumpen. Es zeigt beim Anätzen Widmannstättische Figuren. Nach einer neueren Analyse von A. Iwanoff besteht der metallische Teil des Eisens aus:

Fe	92,91 %
Ni	2,66 %
Co	0,69 %
Cu	0,19 %
C	3,29 %
S	0,26 %
<hr/>	
	100,00 %

Die rostartige Verwitterungskruste dagegen erwies sich wesentlich aus basischen Hydroxyden, basischen Oxychloriden und basischen Sulfaten von Eisen zusammengesetzt. Es ist von verschiedenen Beobachtern betont worden und geht auch aus den Dünnschliffbildern hervor, daß in den kleineren Eisennestern das Metall anscheinend nach den übrigen Gemengteilen sich ausgeschieden haben muß. Denn die Silikate des Gesteins, besonders die Labradorite, ragen mit scharfen idiomorphen Umrissen in das Metall hinein. Dabei kommen alle Übergänge zwischen einem nur Eisenflitterchen enthaltenden Basalt und jenen großen Eisenblöcken vor. Nauckhoff und Törnebohm wiesen Eisen, wahrscheinlich in der Form des Phosphornickeleisens (Schreibersites), auch in breccienartigen Spaltenausfüllungen inmitten des Basaltes nach, und Törnebohm schloß hieraus und aus der erwähnten Mikrostruktur des eisenführenden Dolerites, daß das Diskoeisen überhaupt erst sekundär aus Solutionen sich gebildet haben möge. Dieser Schluß dürfte namentlich in Hinblick auf die erwähnten großen Blöcke gewagt sein. Die

beobachtete Breccie kann ja auch aus einer durch Dislokationen zerstückelten Basaltzone mit schon ausgeschiedenem Eisen herrühren. Vom chemischen Standpunkte aus hatte die Törnebohmsche Ansicht neue Unterstützung durch C. Winkler gefunden. Dieser machte auf die leichtflüchtigen Verbindungen aufmerksam, welche nach Untersuchungen der letzten Jahre das Kohlenoxyd mit dem Eisen wie auch mit dem Nickel eingeht und welche schon bei mäßiger Erhitzung unter Abscheidung der gediegenen Metalle sich wieder zersetzen. Diese Erhitzung würde bei der Berührung solcher Gase mit einem noch nicht völlig erstarrten Eruptivkörper längere Zeit hindurch stattfinden können. Der Autor weist hierbei freilich selbst auf die schwierige Frage hin, wo dann der Ursprung solcher Eisenkarbonyle gesucht werden soll, die doch in keiner kühleren Zone sich gebildet haben müßten. Die geologischen Verhältnisse dieser und verwandter Vorkommnisse deuten ja vielmehr darauf hin, daß der Ursitz der gediegenen Metalle in den Magmen selbst gelegen war.

R. J. V. Steenstrup hat später auch an mehreren anderen Punkten auf Disko in Basalten Einschlüsse von gediegenem Eisen, Graphit und nickelhaltigem Magnetkies aufgefunden, was sehr dafür sprach, daß der Eisen- und Nickelgehalt von Haus aus den dortigen basaltischen Magmen eigentümlich war und diese Massen nicht kosmischen Ursprungs sind, wie anfangs von Nordenskiöld vermutet wurde.

Wesentliche Fortschritte hat die Erkenntnis vom Vorgang der Bildung dieses gediegenen Eisens neuerdings A. Schwanke zu verdanken. Danach ist die Hypothese von der Ausscheidung des Eisens in großer Tiefe aufzugeben, wenn zugleich eine befriedigende Erklärung seiner Begleiter Hisingerit, Magnetkies, Graphit, Spinell und Anorthit erreicht werden soll. Die Bildung aller dieser Mineralien fällt aber in die Phase, die sonst durch die Korrosion des Olivins und die Ausscheidung der Eisenerze in den Basalten ausgezeichnet ist, ist also relativ spät erfolgt und jedenfalls nahe der Erdoberfläche. Nicht immer ist unter jenen das gediegene Eisen zuletzt ausgeschieden. Im Basalt von Asuk sind die hier in der ganzen Masse verteilten und fluidal angeordneten kleinen Eisenkörnchen vielmehr deutlich älter als die Mineralien der Grundmasse. Da nun ferner nachgewiesen werden kann, daß dort, wo diese Gesteine gediegenes Eisen führen, der Olivin und die oxydischen Eisenerze fast ganz zurücktreten, gewinnt die Hypothese von einer Reduktionswirkung vorhandenen Kohlenstoffes aus den durchbrochenen kohleführenden Tertiärschichten von neuem an Wahrscheinlichkeit. Der Graphit ist als ein Nebenprodukt hierbei wohl verständlich.

Gediegenes Eisen tellurischen Ursprungs ist übrigens auch von einer Fundstelle in Deutschland bekannt geworden, und zwar in Basalt aus der Gegend von Cassel. Das Eisen ist hierbei in Einschlußstücken des Basaltes enthalten, und zwar in Körnern, die seltener darin getrennt liegen, meist dagegen dendritische Kristallaggregate bilden, in welchem Falle die Masse der Einschlüsse eine außerordentlich zähe Beschaffenheit hat. Meist bilden die Einschlüsse von dem Basalt deutlich abgesonderte Knollen, die mit einer Magnetit oder Magnetkies oder beides enthaltenden Rinde umgeben sind und in der Regel eine bald mehr längliche, bald platte Form haben. In anderen selteneren Fällen aber greifen die Dendritenäste nach allen Seiten in den umgebenden Basalt über, so daß diese Einschlüsse sich nicht wie jene ersteren aus dem

Basalt als glattbegrenzte Knollen herauschlagen lassen.

Das Gewicht der bis jetzt gefundenen Einschlüsse mit gediegenem Eisen, welche als Knollen im Basalt steckten, schwankt von etwa 60 g (nach schätzungsweise Abzug des Gewichts noch anhaftenden Basaltes) bis über 1500 g. Ein anderes Stück wog mit noch etwas anhaftendem Basalt 1500 g, weitere Stücke 874 g, 750 g usw. Die spezifischen Gewichte dieser Einschlüsse ergaben Werte von etwa 4,5 bis 5,39, meist nahe 5.

Von den analytischen Ergebnissen sei nur die wichtige Tatsache erwähnt, daß in dem untersuchten Eisen kein Nickel gefunden wurde. Es treten diese Eisenmassen aus Basalt hierdurch in Gegensatz zu den Grönländer Funden und stellen somit ein ganz eigenartiges Vorkommen dar, welches nach allem Beobachteten kein Analogon besitzt.

Besprechungen.

Stoklasa, Julius, und Alois Matousek, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Physiologische Bedeutung des Kaliumions im Organismus der Zuckerrübe. Jena, Gustav Fischer, 1916. XII, 230 S., mit einer Abbildung im Text und 23 Tafeln. Preis M. 12,—.

In einem mit sehr guten Tafeln ausgestatteten Bande hat *Stoklasa* die Resultate einer größeren Anzahl von Versuchen niedergelegt, die er mit einer Reihe von Mitarbeitern über die Bedeutung des Kaliums im Organismus der Zuckerrübe ausgeführt hat. In erster Linie stellen die Versuche eine zahlenmäßige Erläuterung eines Einzelfalles aus der Lehre von den notwendigen Stoffen dar.

Aus dem mikrochemischen Nachweis des reichlichen Kaliumgehaltes im Zuckerrübensamen geht schon hervor, daß die Versuche nicht denen von *Benecke* entsprechen können, in denen unter strengem Ausschluß bestimmter Elemente (an Bakterien) gearbeitet werden konnte. Das Ausgangsmaterial, der Samen, enthält immer so viel Kalium, daß eine gewisse Entwicklung möglich ist. Auch bei den Kulturen in Sand und Torf konnten naturgemäß die letzten Spuren Kalium nicht entfernt werden, so daß der Kaliumgehalt der Pflanzen beträchtlich zunahm. Wäre der Kaliumbedarf der Zuckerrübe so gering, wie etwa der des *Bacillus pyocyaneus*, bei dem die volle Entwicklungshöhe schon erreicht wird, wenn im Liter der Nährlösung mehr als 0,2 mg K_2SO_4 vorhanden sind, so hätten *Stoklasas* Versuche keinen Erfolg haben können. Tatsächlich ist der Kaliumbedarf der Rübe viel höher, und in kaliumarmen Böden ist das Kalium im Minimum.

Die quantitativ durchgeführten Versuche über die Entwicklung mit möglichst geringen und mit genügenden Mengen von Kalium geben gute Beispiele für die Lehre vom Minimum; die Versuche, in denen das gegenseitige Verhältnis von Kalium, Natrium- und Calciumsalzen geprüft wurde, stellen schöne Beispiele für die Lehre von den physiologisch ausgeglichenen Salzlösungen und für den Antagonismus der verschiedenen Ionenwirkungen dar. Sind diese Dinge auch nicht grundsätzlich neu, so waren doch noch keine Versuche in solchem Umfange zahlenmäßig durchgeführt.

Stoklasa zeigt, wie die Atmung bei kaliumarmen Pflanzen stark herabgesetzt ist, wie die Gewichtszunahme und die Zuckerbildung verringert sind. Die

Ausführungen über die Eiweißbildung in kaliumarmen und kaliumreichen Kulturen scheinen mir durch die Art der Darstellung die Möglichkeit von Mißverständnissen nicht auszuschließen. Die Tatsache, daß der prozentuale Eiweißgehalt in der Trockensubstanz bei minimaler und optimaler Zufuhr von Kalium nahezu derselbe ist, bedeutet doch nur, daß die lebendige Substanz, die bei minimaler Zufuhr überhaupt noch aufgebaut wird — ihre Menge ist ja sehr vermindert —, die für die Rübe bezeichnende Zusammensetzung hat. Daß der Zucker sich anders verhält, daß besonders im weiteren Verlauf der Entwicklung die Menge des gespeicherten Zuckers nicht nur absolut, sondern auch prozentual erheblich vermindert ist, lehrt doch zunächst nur, daß die Fähigkeit der lebendigen Substanz, den charakteristischen Speicherstoff zu bilden, herabgesetzt ist, d. h. daß auch diese Leistung der Plasmas, ebenso wie die Atmung, bei Kaliummangel geringer geworden ist. Ein Schluß auf eine besondere Rolle des Kaliums bei der Zuckerbildung und eine grundsätzlich verschiedene Rolle bei der Eiweißbildung einerseits, der Zuckerbildung andererseits ist hieraus nicht zu ziehen.

Aus dem Rahmen des Problems, das der Buchtitel nennt, fällt völlig heraus das vierte Kapitel, in dem die Verfasser die Bedeutung des Kaliumions bei der Photosynthese behandeln. Die Versuche, die hier mitgeteilt werden, beziehen sich auf die synthetische Bildung organischer Substanz unter dem Einfluß ultraviolettten Lichtes, und die ganze Frage der Photosynthese organischer Verbindungen außerhalb der Pflanze wird erörtert. Wenn *Stoklasa* hier den Nachweis versucht, daß sich aus Kohlendioxyd und Wasserstoff in statu nascendi unter der Wirkung von ultravioletten Strahlen dann, und nur dann (optisch inaktiver) Zucker bildet, wenn Kalium vorhanden ist, dagegen nicht unter sonst gleichen Verhältnissen bei Gegenwart von Natrium oder Magnesium, so liefert er damit einen Beitrag zu einer ganz fundamentalen photochemischen Frage, aber einer unmittelbaren Anwendung dieses Resultates auf die Verhältnisse der Zuckerbildung im Chlorophyllapparat der grünen Pflanzen stehen doch schwere Bedenken entgegen.

A. Pütter, z. Z. im Felde.

Schaxel, J., Über den Mechanismus der Vererbung. Jena, Gustav Fischer, 1916. 31 S. Preis M. 0,75.

In dem dieser Schrift zugrunde liegenden Vortrag knüpft *Schaxel* an die heutigen Ergebnisse der Vererbungswissenschaft an. Diese lehrt uns, daß nicht äußere Erscheinungen vererbt werden, sondern nur die genotypische Konstitution, oder, um es anders auszudrücken, die Anlage, auf äußere Einflüsse in bestimmter Weise zu reagieren. Die genotypische Konstitution erkennen wir aus der „Erbformel“, die aus den „Erbfaktoren“ oder „Genen“ zusammengesetzt ist; wir rechnen freilich mit den Erbfaktoren so, als ob wir sie ganz genau kennten, und können aus der Erbformel der Eltern die Eigenschaften der Nachkommen vorausbestimmen; und wenn einmal ein anderes als das erwartete Ergebnis erzielt wird, so kann es meist durch andere Erfassung der Erbfaktoren erklärt werden. Über den Mechanismus dieser Erscheinungen wissen wir nichts, „die Erbformel macht nur statistische Angaben“. Diesen Mangel unserer heutigen Vererbungswissenschaft haben auch schon andere Forscher erkannt und die Vermutung ausgesprochen, daß die noch junge Entwicklungsmechanik einmal imstande sein könnte, diesem Mangel abzuhelpen. Im Anschluß

an sein auch in dieser Zeitschrift besprochenes Buch: „Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen“ (Jena 1915) greift nun *Schaxel* das Vererbungsproblem von dieser Seite aus an.

An der Hand seiner dortigen Auseinandersetzungen legt er dar, wie sich der junge Keim zunächst nur unter dem Einfluß der mütterlichen Determination entwickeln kann, da alle Geschehnisse während der Furchung und auch während der Gastrulation noch ausschließlich von der Konstitution des entwicklungs-bereiten Eies determiniert sind. Die für die Vererbung wirksamen Teile (wenn ich mich so kurz ausdrücken darf) müssen wir uns aber in den Kernen lokalisiert denken, da wenigstens vom Vater keine protoplasmatischen Bestandteile bei der Befruchtung in das Ei mit aufgenommen werden. Die Kerne gewinnen aber erst bei der dritten Entwicklungsphase, der histogenetischen Differenzierung, einen Einfluß auf die Gestaltung des Keimes. Allerdings steht bis dahin auch der Furchungskern mit seinen beiderelichen Bestandteilen unter dem Einfluß der mütterlichen Determination und hat sich auch in der Zwischenzeit mehrfach geteilt. Bei dieser Gelegenheit weist *Schaxel* ausdrücklich auf die bekannte aber viel zu wenig durchforschte Verschiedenheit der reziproken Bastarde hin.

Bis zu diesem Punkt der gedanklichen Untersuchungen *Schaxels* liegen histologische und vererbungswissenschaftliche Tatsachen bereits vor. Von nun an wird der Vortrag mehr ein Programm für die Anwendung entwicklungsmechanischer Untersuchungsmethoden auf die Vererbungswissenschaft. Denn um zu befriedigenden Einblicken in den Mechanismus der Vererbung zu kommen, würde es nötig sein, jeden ontogenetischen Einzelvorgang kennen zu lernen. *Schaxel* ist der Meinung, daß bei gründlicher Durchforschung sich zeigen würde, daß die für die Vererbung wirksamen Faktoren die gleichen sind, wie die, die für die Entwicklung von Bedeutung sind. Er faßt diese Meinung in dem Satz zusammen: „Ein Geschehen, das irgendwie über oder neben der Entwicklung einherginge oder irgendwann zu ihr hinzuträte und Vererbung genannt werden könnte, gibt es nicht.“ Nur von solchen Überlegungen und Problemstellungen ausgehend, meint *Schaxel*, würde eine glückliche Lösung aller noch über verschiedene Fragen schwebenden Diskussionen zu erwarten sein. Eine solcher Fragen dreht sich um die „Vererbung erworbener Eigenschaften“. Wir wissen aus dem wiederholt erwähnten Buch *Schaxels*, daß die Geschlechtszellen aus undifferenziert gebliebenen Zellen abstammen. Sie enthalten also die Eigenschaften der Eltern des neuen Individuums in der für die Rasse typischen zygotischen Konstitution. Da wir aber sehen, wie jenes neue Individuum seinen Nachkommen nun wieder eigene Eigenschaften neben denen seiner Eltern überträgt, so muß durch irgendwelche Prozesse eine Übereinstimmung zwischen den differenzierten Somazellen und den undifferenziert gebliebenen Keimzellen herbeigeführt worden sein. Das ist ja eine der großen Fragen der modernen Zoologie, die die nächsten Jahre hoffentlich der Klärung entgegenführen werden. *Schaxel* erhofft für diese Frage nach der „Vererbung erworbener Eigenschaften“ und auch für die nach der Mutation von entwicklungsmechanischen Forschungen mehr Klärung als die einfachen Kreuzungsversuche bringen können.

Die Vererbungslehre in ihrem heutigen Zustand hat große Ähnlichkeit mit der Konstitutionslehre der

organischen Chemie. In beiden ist es möglich, mit den gegebenen Komplexen und ihren gegenseitigen Beziehungen zu rechnen, ohne die Grundlagen dazu, hier den Mechanismus der Vererbungserscheinungen, dort das Kohlenstoffatom selbst näher zu kennen. Der ungeheuer schnelle Aufbau der Vererbungswissenschaft in rund 10 Jahren ist wahrscheinlich zum großen Teil darauf zurückzuführen, daß es hier so bequem ist, Ergebnisse hervorzubringen. Es dürfte jetzt aber, besonders nach dem *Schaxelschen* Buch, wohl genug „gemendelt“ sein, und es scheint an der Zeit, nun erst die Grundlagen für dieses stolze Gebäude der Forschung zu legen. Denn es erscheint als die Pflicht einer Wissenschaft, sobald ihr ein Weg zur Vertiefung gezeigt wird, diesen zu gehen. Und wenn uns auch noch viele Unkenntnisse und Schwierigkeiten von den Zielen trennen, die *Schaxel* bei seinen Ausführungen vorgeschwebt haben mögen, so offenbart sich vielleicht in dem weiteren Ausbau der Entwicklungsmechanik doch ein freilich dornenvoller Weg zu tieferer Erkenntnis. Und diesen Weg gezeigt zu haben, wird das dauernde Verdienst des besprochenen Vortrages sein. Dem Leser wird er nach Überwindung der bekannten *Schaxelschen* Schwierigkeiten sehr viel Anregendes und Lehrreiches bringen.

Erwin Hirsch, Leipzig.

Hertwig, R., Lehrbuch der Zoologie. 11. Auflage. Jena, Gustav Fischer, 1916. XIV, 678 S. und 558 Abbildungen. Preis geh. M. 13,50, geb. M. 15,—.

Unter den Lehrbüchern der Zoologie nimmt das Hertwigsche einen besonders hohen Rang ein. Seine Brauchbarkeit hat es schon dadurch erwiesen, daß es nunmehr in elfter Auflage vorliegt, die wie die vorhergehenden Zeugnis für sorgfältigste Durcharbeitung ablegt. Zu den Vorzügen des Buches gehört die klare Durchdringung des riesigen Stoffes und die Berücksichtigung neuer und neuester Forschungsergebnisse. So gehört z. B. das Kapitel über die Darwinsche Theorie, in welchem auf nur 30 Seiten eine mustergültige Darstellung dieser heute wieder vielumstrittenen Lehre gegeben wird, zu dem Besten, was über dieses Thema geschrieben worden ist. Im ersten Hauptteil, der „allgemeinen Zoologie“ ist die gedrängte Zusammenfassung des heutigen Standes der Vererbungslehre eine ähnliche Musterleistung. Im zweiten Hauptteil, der „speziellen Zoologie“, würden manche Fachgenossen eine Änderung in der Klassifikation mit Freude begrüßen. Es betrifft das die Tunicaten, welche als zehnte Klasse der Würmer, allerdings im Anhang aufgeführt wird, während es unseren stammesgeschichtlichen Vorstellungen besser entsprechen würde, wenn sie zusammen mit den Vertebraten zu einem Stamme der Chordaten vereinigt würden. Auch die Ordnung der Cetomorphen, der Wassertiere, wäre aus stammesgeschichtlichen Gründen besser in zwei getrennte Ordnungen der Sirenen und der Wassertiere aufzulösen.

Wenn auch zuzugeben ist, daß es voraussichtlich nicht gelingen wird, Klassifikation und Stammesgeschichte stets restlos zur Deckung zu bringen, so würde doch in den beiden herangezogenen Fällen wenigstens eine Annäherung möglich sein.

Doch das sind nur ein paar Wünsche, die den Wert dieses Lehrbuches in keiner Weise berühren, das auch in dem neuen Gewande dieser Auflage seinen ehrenvollen Platz behaupten wird.

W. Kükenhal, Breslau.

Siegfried, M., Über partielle Eiweißhydrolyse. Die Biochemie in Einzeldarstellungen III, herausgegeben von A. Kanitz. Berlin, Gebr. Bornträger, 1916. Preis M. 2,80.

Zu den physiologisch wichtigsten chemischen Substanzen gehören die Zwischenprodukte, welche beim Abbau der hochmolekularen Bestandteile des Tier- und Pflanzenreichs entstehen. Hier ist vornehmlich an die Dextrine, die Zwischenprodukte der Polysaccharidhydrolyse, und die Peptone, die gleichen Produkte des Eiweißabbaus, zu denken. Beide Körperklassen bilden ein wichtiges Glied im Verdauungsprozeß, beide ähneln sich darin, daß sie meist aus chemisch schwer entwirrbaren Gemischen bestehen, aus denen kristallinische Bestandteile nicht oder nur sehr selten herauszuholen sind. Wir sehen also hier ein Arbeitsgebiet vor uns, das wegen seiner Wichtigkeit ebenso verlockend, wie wegen seiner Schwierigkeit abschreckend ist. Gerade auf solchen Gebieten ist es auch am schwersten, aus dem Wulst der bisherigen meist wenig definierten Forschungsergebnisse die Spreu von den Körnern zu sondern. Dieser Aufgabe hat sich, was die Peptone angeht, Siegfried in sehr verdienstvoller Weise unterzogen; wir können froh sein, uns nun auf 64 Seiten über den momentanen Stand der Ergebnisse der partiellen Eiweißhydrolyse informieren zu können. Es handelt sich hier ja um eine Darstellung aus der Feder eines Forschers, der das schwierige Gebiet selbst um wertvolle Beiträge bereichert hat. Nach kurzen Angaben über ältere Untersuchungen werden die Methoden klargelegt, die noch am besten zur Gewinnung einheitlicher hochmolekularer Eiweißabbauprodukte führen, dann folgen Angaben über die besten Wege, um die Einheitlichkeit dieser Produkte zu beweisen. Auch die weiteren Abbauprodukte der Peptone werden behandelt. Kyrine entstehen aus Peptonen durch Salzsäurehydrolyse bei gewöhnlicher Temperatur. Für ihre Einheitlichkeit bürgt die Tatsache, daß sie kristallinische Phosphorwolframate geben. Die Protone charakterisieren sich als Abbauprodukte der Protamine und demnach auch als ausgesprochen basische Peptone. Ferner gibt Siegfried eine Beschreibung der beim Abbau aufgefundenen Polypeptide, wie sie von E. Fischer und E. Abderhalden aufgefunden wurden. Zum Schluß behandelt er die physiologische Wirkung der Eiweißabbauprodukte, welche als Erreger der Anaphylaxie Interesse beanspruchen.

H. Pringsheim, Berlin.

Kleine Mitteilungen.

Anläßlich des massenhaften Auftretens der Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypotrophica* Htg) im Roggenburger Forst konnte kgl. bayr. Forstmeister Parst (Breitenthal) einige interessante Beobachtungen über die Biologie dieses Schadinsektes machen (Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 3, Heft 1, S. 75—96). Die bis zu 10 cm langen, rotbraunen, mit Kot gefüllten Gespinstballen der Lydalarven sind während der Hauptfraßzeit in den Fichtenkronen kaum zu erkennen, da sie in ihrer graugrünen Farbe sich nur wenig von ihrer Umgebung unterscheiden. Erst im Herbst, wenn sie vertrocknet sind, werden sie leichter sichtbar. Man hat bisher angenommen, daß der Larvenfraß sich über die Monate Juni bis August erstreckt und daß von da an alle Larven in den Boden übergehen. Im allgemeinen konnte Parst dies bestätigen, wenn auch ein Teil der Larven allerdings viel länger in den Kronen zu verbleiben scheint. Die Verteilung

der Larven in dem Boden des von dem Schädling heimgesuchten Fichtenwaldes war insofern eine ganz regelmäßige, als sich kein Bestand — selbst nicht der eingestreute Laubbestand und die jungen Fichtenkulturen — larvenfrei erwies; die Anzahl der in den einzelnen Flächeneinheiten konstatierten Larven wechselte allerdings sehr. Auch die Lage der Larven lieferte kein einheitliches Ergebnis: wenige wurden direkt unter der Moosdecke gefunden, die Mehrzahl hatte sich tiefer — bis zu 30 cm — in den Boden eingewühlt, wobei die Lage unter starken Baumwurzeln bevorzugt zu werden schien. Auch unter der Kiedescke von Wegen — bis zu einer Tiefe von 10 cm — fanden sich Larven. Die Vorbereitung der Larve zur Verpuppung beginnt nach den Erfahrungen des Verfassers wohl schon im Sommer, sicherlich aber im Herbst. Sie ist daran zu erkennen, daß oberhalb der Augen der Larven „nicht zu verwechseln mit den an den ersten Leibesring sich anschließenden Wangenflecken, ovale, tiefschwarze, mit freiem Auge, namentlich gegen das Licht gehalten, deutlich erkennbare Flecke, die künftigen ‚Puppenaugen‘, erscheinen“. Nach den vergleichenden Untersuchungen Parsts ergab sich eine unzweifelhafte Abhängigkeit der Puppenentwicklung von der Lufttemperatur. Mit der zunehmenden Wärme ergab sich auch eine prozentuale Steigerung in der Anzahl der verpuppungsreifen Larven. „Hohe Temperaturen im April z. B. vermögen demnach verhältnismäßig rasch eine Ausbildung der Larven zu Puppen auszulösen, und nachdem die Puppenruhe eine ziemlich kurze zu sein scheint — 10 bis 14 Tage —, ebenso in kurzer Zeit einen Wespenflug.“ In dem Wespenflug, der bis in den September andauern kann, läßt sich eine ausgesprochene Hauptschwärmperiode, etwa in der Zeit von Ende Mai bis Mitte Juni, erkennen. Die Flugzeit der Imagines ist gleich der Larvenentwicklung stark abhängig von der Temperatur. Während an kalten, regnerischen Tagen nur vereinzelte Exemplare fliegen, vollführen die Tiere an warmen, sonnigen Tagen ihren Flug in ansehnlichen Massen. Die ♀♀ sitzen dabei häufig auf prominenten Punkten des Erdbodens, Spitzen von Grashalmen, emporragenden Aststücken, Stockrändern usw., wo sie zumeist begattet werden. „Die Begattung in den Baumkronen ist nicht die Regel.“

Als Abwehrmaßregel gegen den Lydabefall wurde stets das Anlegen von Leimringen empfohlen, das spätestens anfangs Mai zu geschehen hätte. Man wollte damit verhindern, daß die etwas flugträgen ♀♀ an den Fichtenstämmen zur Eiablage bis zu den Kronen hinaufkriechen konnten. Auch Forstmeister Parst wandte diese Methode an, sie befriedigte ihn aber keineswegs. Im Anfange der Flugzeit bildete zwar der Leimring, hauptsächlich offenbar seines Geruches wegen, ein unleugbares Abwehrmittel, aber in der Hauptschwärmzeit verfehlte er gänzlich seine Wirkung. Der Verfasser konnte das Verhalten der Wespen, wenn sie auf den Leimring stießen, oftmals beobachten: der geringste Widerstand, den das Lydaweibchen fühlte, löste bei ihr sofort ein heftiges Schwirren der Flügel aus, das es mühelos über den Leimring hinwegtrug. Während „an den Tausenden geleimter Stämme nicht eine einzige Wespe am Leimring haften blieb“, war der Erfolg mit Fliegenpapier ein ausgezeichneter. Der hohen Kosten und der wenig nachhaltigen Wirkung des Papiers wegen, das nur etwa 3 Tage fängisch blieb, mußte aber leider eine ausgiebigere Anwendung dieses Fangmittels unterbleiben. Eine gute Wirkung wäre eventuell auch noch von dem amerikanischen

Fliegenleim („Tanglefoot“) zu erhoffen, dessen Anwendung allerdings auch eine teuere Methode wäre.

Trotz dieses Versagens der Abwehrmaßregeln und des massenhaften Auftretens des Schädling war der Schaden kein allzu großer: der Einschlag eines Bestandes erwies sich nicht als notwendig, und auch ein nachfolgendes Kränkeln der befallenen Waldpartien war nicht zu konstatieren. Dieser günstige Ausgang der Lydakalamität im Roggenburger Forst darf uns aber nicht dazu verleiten, das Auftreten dieses Schädling zu unterschätzen. Um ihn wirkungsvoll bekämpfen zu können, müssen wir uns vor allem genaue Kenntnisse über seine Biologie zu verschaffen trachten. Zu diesem Zweck verweist Forstmeister *Purst* in seinem Schlußwort auf den Vorschlag Prof. Dr. K. *Escherichs*, der immer wieder die Forderung aufgestellt hat: „Bei Eintritt einer Kalamität sofortige Errichtung einer Beobachtungsstation in oder in unmittelbarer Nähe des Herdes und Studium des Lebens des Insektes nicht im Laboratorium, sondern im Walde. Nur durch eine solche großzügige, auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage aufgebaute Erforschung, nicht durch planlose, wenn auch noch so aufopferungsvolle Vorstöße zersplitterter Kräfte, machen wir uns zum Meister dieser Kleinwelt, die auf unseren Wald einstürzt.“

H. W. Fr.

Kurzer Überblick über die Gesamtfrage der Ornithophilie. (*E. Werth, Botan. Jahrbuch. 53, 1915. Beiblatt.*) Über die Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten ist schon so viel geschrieben worden, daß eine Kenntnis dieser Verhältnisse in den weitesten Kreisen vorausgesetzt werden kann. Weniger bekannt sind die in unseren Klimaten fehlenden Anpassungserscheinungen von Blüten an Vogelbesuch, und deshalb ist die zusammenfassende Darstellung aller einschlägigen Beobachtungen durch *Werth* sehr zu begrüßen. Ebenso wie bei den Insektenblumen kommt es auch hier zu mannigfaltigen Formgestaltungen, die durch die „Ornithophilie“ bedingt sind. Als besonders bezeichnend kann das Fehlen eines „Trittbrettes“ an der Blüte selbst gelten. Entsprechend ihrer Größe und ihres Gewichtes lassen sich die honigsammelnden Vögel — Vertreter der Gruppe der Kolibris, Nektarinien und Meliphagiden — nicht auf der Blüte selbst, sondern auf einem Infloreszenzast oder einem zu diesem Zwecke besonders starr ausgebildeten Hochblatte nieder, falls nicht, wie auch bei manchen Faltern, die Honigaufnahme im Fluge besorgt wird. Deswegen sind auch die Unterlippe bei Lippenblütlern, Kiel und Schiffchen bei Schmetterlingsblütlern und der Saum bei Röhrenblumen — alles Organe, die den Schmetterlingen und Bienen als Anflugsstätte dienen — überflüssig und fehlen vielfach vollständig. Eine weitere funktionelle Anpassung ist die erhebliche Größe der Blumen, die oft 1 dm Durchmesser erreichen (Malvaceen, Myrtaeen, Bombacaceen) und die starre, feste Ausbildung von Griffel und Staubfäden, die ja sonst leicht durch den derben Vogelschnabel verletzt werden könnten. Die Honigproduktion ist naturgemäß größer als bei Insektenblumen. So sondern die Blüten von *Purga chilensis* am Morgen $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ g Zuckersaft ab, und man kann an einem Tag $\frac{1}{4}$ l aus einem Blütenstand gewinnen. Tatsächlich wird der Honig mancher Vogelblumen von den Eingeborenen als Nahrungsmittel verwendet (*Telopea speciosissima*). Auffallend, aber vom biologischen Standpunkt aus durchaus verständlich, ist die Tatsache, daß Vogelblumen keinerlei Duft besitzen. Sind doch die Vögel Organismen, die beim Blüten-

besuch hauptsächlich das Auge zu Hilfe nehmen. Ein weiteres charakteristisches Merkmal der ornithophilen Blumen ist die Bevorzugung roter Farbtöne. Ein Überblick über 159 ornithophile Arten ergab, daß sich bei 84,2 % die Farben zwischen orangerot, scharlach, zinnober, karmin und purpurrot bewegen, und daß sich die Blüten im Gegensatz zu den mehr gedämpften Tönen der Insektenblütler durch dieselben grellen, aufdringlichen Farben auszeichnen, wie das Gefieder ihrer Besucher. Dieser Zusammenhang ist keineswegs zufällig, sondern beruht jedenfalls darauf, daß dieselbe Farbselektion, die das Federkleid der Vogelmännchen geschaffen hat, auch bei der Heranzüchtung der Vogelblumen wirksam war; beide Farbenskalen würden somit dem „Geschmack“ der Vögel ihre Entstehung verdanken. Übrigens sind auch bei der Ornithophilie die Anpassungen keineswegs einseitig bloß auf die Pflanzen beschränkt, vielmehr hat auch der Vogelschnabel in engstem Zusammenhang mit seiner Funktion einige Umbildungen erfahren. Hinsichtlich der verschiedenen Vogelblumentypen, die *Werth* ausführlich beschreibt und begründet, muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß dieselben, oft sehr auffälligen Baukonstruktionen vielfach bei einander ganz fernstehenden Pflanzenfamilien vorkommen. Dadurch geben sie sich deutlich als Anpassungserscheinungen zu erkennen. *P. St.*

Von den Japanischen Polychäten der Sammlung *Doflein* hat *H. W. Frickhinger* (München) einstweilen die Familien der *Amphinomiden*, *Aphroditiden* und *Polynoiden* bearbeitet und berichtet im *Zool. Anzeiger* in einer vorläufigen Mitteilung über seine Befunde (Bd. 46, Nr. 8, 11. 1. 16, S. 233—238). Wie sich unter dem von Prof. *Doflein* aus Japan mitgebrachten Material bei allen Tierklassen zahlreiche neue Spezies vorfanden, ergaben sich auch bei den hier behandelten Polychätenfamilien eine ganze Reihe bisher noch unbekannter Arten, unter den Polynoiden eine neue Gattung. — Aus der Art der konstatierten Polychätenfauna geht hervor, daß die Fauna der japanischen Meere eine sehr verschiedenartige ist und sich in gleicher Weise — neben typisch japanischen Formen — aus arktischen und tropischen Vertretern zusammensetzt. Verfasser sucht diesen Befund mit einer großen Verbreitungsfähigkeit der Polychätenlarven (besonders im Nectochätastadium) zu erklären. Mit denselben Verhältnissen in Zusammenhang ist wohl auch die Tatsache zu bringen, daß die japanischen Vertreter einer arktischen Polychätenfauna, die hier in größeren Tiefen gedredet wurden, alle bedeutend kleinere Maße zeigen als die betreffenden atlantischen Tiere. Diese kleineren Exemplare der borealen japanischen Polychätenfauna spricht *Frickhinger* als jugendliche Formen an, die als Nectochätalarven von den Brutstätten des geschützten nordpazifischen Littorals aus auf die Hochsee hinausgelangen, dort durch den Oja-Siwostrom südwärts entführt werden und so die japanischen und chinesischen Fundorte erreichen. Im ruhigeren Küstenwasser wäre es erklärlich, daß die Tiere auf den Meeresboden herabsinken. Da sich unter den bisher untersuchten Tieren keine geschlechtsreifen Individuen fanden, mußten wir annehmen, daß diese Exemplare infolge der veränderten Lebensbedingungen überhaupt nicht bis zur Geschlechtsreife auswüchsen. Im großen und ganzen werden die Wurmformen der Polychäten (mit Ausnahme der Phyllodociden und Alciopiden) nicht mehr pelagisch leben und daher wohl auch nicht auf weite Strecken von Meeresströmungen

mit fortgerissen werden können. Bei einzelnen Tieren aber wäre das immerhin denkbar, und so müßte der Fundort der in den letzten Jahren von der kalifornischen Küste beschriebenen etwas größeren Exemplare von *Lepidonotus squamatus* L. erklärt werden: die Tiere wären von dem Kuro-Siwo-Strom wieder nordwärts abgetrieben worden. H. W. Fr.

Zur Beschreibung des **Bohrapparates von Teredo** in dieser Zeitschrift (Heft 47, S. 710—713) ist vielleicht die Bemerkung nicht überflüssig, daß weder *Kuhlmann* noch *Krumbach* die sehr sorgfältige Arbeit von *Sigerfoos* über *Xylotrya* berücksichtigen, die bereits 1909 in dem *Bull. Bureau Fish. Washington*, Vol. 27, S. 191 bis 231 erschien und sich unter anderem mit der Art des Bohrens beschäftigt, wie aus dem Referate darüber im Zool. Jahresbericht f. 1909, *Moll*, S. 9, deutlich hervorgeht. M.

Der Erfinder des konstanten galvanischen Elementes. Als das älteste konstante Element gilt ziemlich allgemein die im Jahre 1836 bekannt gewordene Daniell'sche Kette. Bisweilen wird *A. Becquerel* als Vorläufer *Daniells* genannt, weil er 1829 ein zwar weniger vollkommenes, aber doch einigermaßen konstantes Element konstruiert hat. Nach *Julius Schiffs* Nachforschungen (Zur Geschichte der konstanten galvanischen Elemente, Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Band 7, S. 288, 1916) hat vor *Becquerel* und *Daniell* schon *Döbereiner* im Jahre 1821 ein Element aus zwei metallischen und zwei elektrolytischen Leitern mit poröser Zwischenschicht zusammengestellt. Es sind aber zahlreiche ähnliche Kombinationen von ziemlich anhaltender Wirksamkeit auch schon früher gebraucht worden, im allgemeinen für chemische Zwecke, d. h. für Zersetzungen innerhalb des Elementes. *Schiff* nennt als die wichtigsten von ihnen eine Zersetzungszelle von *Charles Sylvester* aus dem Jahre 1806 (Blei, Bleiazetat, Salzsäure, Zink), namentlich aber eine Chlorsilberkette von *Nikolaus Wolfgang Fischer* im Jahre 1812 (Platin, Chlorsilber, Zinksulfat, Zink). Sie bestand aus vier Stücken: 1. einem aufrechtstehenden, unten mit einer Blase zugebundenen, oben offenen Rohr zur Aufnahme von Hornsilber und darüber zu gießendem Wasser; 2. einer starken Zinkplatte, auf die das Rohr gestellt wird; 3. einem Stabe oder einem starken Draht von Silber, Gold oder Platin, der mit Zink leitend verbunden und mit dem Hornsilber in Berührung gebracht wird, und 4. einem Gefäße mit angesäuertem Wasser, in das die übrigen Teile hineingebracht werden. Daß der Strom dieser Kette ziemlich konstant ist, folgt daraus, daß die Reduktion von pulverförmigem wie geschmolzenem Hornsilber mit einem einfachen Element bis zu Ende geführt werden konnte, und zwar von 1 g im Zeitraume von 18 Stunden bis zu mehreren Tagen. *Schiff* beschreibt auch die Elemente von *Döbereiner* und *Becquerel* und entscheidet sich bei der Frage, welches nun die erste konstante Kette gewesen ist, zugunsten der Fischerschen Chlorsilberkette, denn an ihrer dauernden Wirksamkeit sei nach den Erfahrungen des Verfassers und anderer Forscher nicht zu zweifeln, was theoretisch übrigens verständlich ist, da sie zu dem Typus der viergliedrigen Elemente gehört, bei denen an der Kathode nicht Wasserstoff, sondern ein Metall gleicher Art ausgeschieden wird. Man könnte einwenden, daß das Element, wenn es auch sehr konstant ist, in Wirklichkeit niemals von Physikern oder von Technikern zur Stromerzeugung benutzt wurde, aber erstens hat *Fischer* die Chlorsilberkette tatsäch-

lich als ein galvanisches Element klar erkannt, und zweitens ist sie später noch einmal entdeckt und fast unverändert mit Erfolg praktisch benutzt worden. Sie wurde im Jahre 1868 von dem Kreisphysikus Dr. *Pincus* in Insterburg auf der Naturforscher-Versammlung vorgeführt. Sie bestand aus einem Reagenzglas mit verdünnter Schwefelsäure oder einer Kochsalzlösung, auf dessen Boden ein fingerhutartiges Gefäß aus Silberblech mit Chlorsilber gefüllt stand. Ein an das Silber gelöteter isolierter Leitungsdraht konnte mit der in die Flüssigkeit tauchenden Zinkelektrode verbunden werden. *Pincus* benutzte das Element zu Batterien, die während der Reduktion des Chlorsilbers zu pulverförmigem Silber sehr konstante und kräftige Ströme zu medizinischen Zwecken oder auch zum Telegraphieren und zur Wasserzersetzung lieferten. In demselben Jahre wurde übrigens auch in Frankreich ein Chlorsilberelement konstruiert (Zink in Salmiaklösung, Silber in Chlorsilber), und zwar von *Warren de la Rue* und *H. Müller*. Diese von *Pincus* und unabhängig von ihm und den beiden französischen Physikern angegebenen Formen werden in der Literatur vielfach genannt. In Wahrheit stammt aber die Chlorsilberkette von *Nikolaus Wolfgang Fischer* in Breslau, der sie bereits 1812, also lange vor *Becquerel* und *Daniell*, der Öffentlichkeit übergeben hat. B.

Die Verwendung des Steinkohlengases zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen. Im Jahre 1869 wurde die Ölgasbeleuchtung bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn eingeführt. In England und Belgien war bereits versucht worden, den ganzen Zug von einer Zentralstelle aus mit *Steinkohlengas* zu versorgen. Doch mußte dies auf solche Züge beschränkt bleiben, die nie getrennt wurden, da der Gasbeleuchtung einzelner Wagen, unabhängig vom Zuge, große Schwierigkeiten entgegenstanden. Um die Gasbeleuchtung einzelner Wagen zu ermöglichen, muß ein Gasbehälter an der Unterseite des Wagenkastens, also auf einem sehr beschränkten Raum, untergebracht werden. In Deutschland kommen Behälter mit einem Inhalt von höchstens 2100 Liter in Anwendung, und dabei darf der Druck aus Gründen der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit im Innern des Behälters 6 Atmosphären nicht überschreiten. Um mit einer Gasfüllung eine möglichst große Betriebsdauer zu erzielen, muß das Gas von hohem Heizwert sein oder ein äußerst wirtschaftliches Beleuchtungssystem benutzt werden. Bis zur Einführung des Auerstrumpfes war man, da das Azetylen noch unbekannt war, auf das Ölgas angewiesen, das allen Anforderungen entsprach. Die damaligen Versuche, an seine Stelle Steinkohlengas einzuführen, scheiterten, da es schon bei einer Zusammenpressung auf drei Atmosphären die hauptsächlichsten Lichtgeber, wie Azetylen und Benzol, ausscheidet. Aber die Fragen der Verwendbarkeit von Steinkohlengas wurden dauernd weiter verfolgt, und die durch den Krieg geschaffenen Verhältnisse haben auch den Fortschritt dieser Technik für Deutschland beschleunigt. Bei Kriegsbeginn verfügte die Firma *Pintsch* bereits über Erfahrungen mit Steinkohlengasglühlicht im Betriebe, denn bereits seit Mitte 1912 war es bei einzelnen Eisenbahnen im Gebrauch. Zur Erzielung der bisherigen durch Ölgas erzeugten Lichtstärke ist die doppelte Steinkohlengasmenge erforderlich. Um die Verdoppelung der Gasmenge zu vermindern, mußte allerdings die Leuchtstärke der einzelnen Lampen herabgesetzt werden. Man mußte ferner, um Betriebsstörungen zu vermeiden (sogar mit einer Einbuße an Wirtschaftlichkeit), die

Brenner möglichst unverändert benutzen. Trotzdem erzielte man eine, wenn auch verminderte, aber immerhin ausreichende Lichtmenge, wenn man ein Mehr im Gasverbrauch von 30 % gegenüber Ölgas aufwandte. Das Königliche Eisenbahnzentralamt schlug daher den deutschen Staatsbahnverwaltungen die vorläufige Aufnahme des Steinkohlengasbetriebes unter den eben angeführten Voraussetzungen vor und kündigte gleichzeitig an, daß zur Erzielung der früheren Lichtstärke die Beleuchtung durch Preßgas beschleunigt werden solle. Mit Ausnahme der bayerischen Verwaltung (mit Rücksicht auf ihre Verkehrsverhältnisse mit Österreich) schlossen sich die deutschen Bahnen dem Vorgehen der preussischen Verwaltung an. — Den erforderlichen Gasvorrat empfangen die Züge bei ihrer Zusammenstellung. Das Ölgas wird in besonderen Anstalten erzeugt, auf 15 Atmosphären verdichtet und in ortsfeste Sammelkessel geleitet. Durch Hochdruckleitungen gelangt es zu den Abnahmestellen oder auch in eigene Gastransportwagen. Vorläufig ist man auch bei Steinkohlengas zu dem Gastransport gezwungen. Das Steinkohlengas ist in seiner Zusammensetzung zwar nicht als unveränderlich anzusehen, wie es das Ölgas ist, aber die daraus folgenden Nachteile verringern sich bei Preßgasbrennern gegenüber den Niederdruckbrennern erheblich. Sehr erheblich sind die Ersparnisse der Steinkohlengasbeleuchtung gegenüber der Ölgasbeleuchtung. Bei Steinkohlen-Preßgasbeleuchtung würde sich der gleiche Gasverbrauch ergeben wie bei Niederdruck-Ölgasbeleuchtung. Nach den bisher angestellten Berechnungen würde sich eine Ermäßigung der Gaskosten um 3,7 Millionen Mark jährlich bei einem Bedarf von 25 Millionen cbm erzielen lassen. (*Archiv für Eisenbahnwesen*, 1916, Heft 6, S. 1201.) B.

Zur Photometrie der mit Gas gefüllten Glühlampen.

Die Unsymmetrie des lichtgebenden Körpers einer Glühlampe relativ zur Achse durch die Spitze und den Sockel macht die nach verschiedenen Richtungen rings um die Achse ausgestrahlte Helligkeit der Lampe verschieden groß. Um den Mittelwert der Helligkeiten zu erfahren, photometriert man die Lampe, während man sie um diese Achse mit etwa 180 Umdrehungen in der Minute rotieren läßt. Bei dieser Tourenzahl war z. B. bei den Kohlenfadenlampen im Photometer kein Flackern wahrnehmbar, und man durfte die Voltzahl, die man so bei Lichtmessung ermittelte, als diejenige ansehen, die für die Lebensdauer der Lampe im normalen Betriebe maßgebend ist. Anders ist das bei den neuen Lampen, deren Leuchtkörper nicht aus einem einfachen Draht, sondern aus einer sehr eng gewickelten Drahtspirale besteht, und die mit Gas gefüllt sind. Wegen der verhältnismäßigen Breite der Fadenspirale und der großen Unsymmetrie der Leuchtkörperanordnung ist die Ungleichmäßigkeit in der Lichtverteilung um die Achse herum sehr beträchtlich. Infolgedessen flackert das Licht der rotierenden Lampe so stark, daß genaue Messungen der Lichtstärke ohne die Anwendung besonderer Hilfsapparate im Photometer praktisch unmöglich sind. Wenn man zwei unter bestimmtem Winkel gegeneinander geneigte Spiegel hinter die Lampe stellt, so geht das Flackern zwar weit genug zurück, um selbst bei langsamer Rotationsgeschwindigkeit genaue Messungen zuzulassen. Aber es bleibt noch eine andere bei der Rotation dieser neuen Lampe auftretende ernste Störung bestehen: seltsamerweise sind trotz Konstanz der Voltzahl sowohl die Stromstärke wie auch die Kerzenstärke verschieden groß, je nachdem die Lampe

rotiert oder still steht; der Strom variiert in der einen, die Leuchtkraft immer in der entgegengesetzten Richtung, der Nutzeffekt der Lampen variiert also. Die Veränderung des Nutzeffekts kann positiv oder negativ sein; sie hängt von der Tourenzahl ab und ist etwa doppelt so groß, wenn die Lampe hängend (mit der Spitze nach unten) als wenn sie aufrecht stehend rotiert. Aber es existiert für jede Lampe in jeder der beiden Stellungen eine bestimmte Umdrehungsgeschwindigkeit, bei der Stromstärke und Helligkeit dieselben sind wie in der still stehenden Lampe. Bei dieser Geschwindigkeit kann daher die Lampe trotz der Rotation genau gemessen werden. Diese Geschwindigkeit ist, praktisch genommen, für alle Lampen mit der gleichen Windungszahl in dem Faden dieselbe, ändert sich aber für Lampen mit verschiedener Form der Fadenmontierung von Lampe zu Lampe, sie ist am kleinsten für die Lampe mit der kleinsten Windungszahl in dem Faden. Läßt man diese Vorsicht hinsichtlich der Geschwindigkeit außer acht, und mißt man die Lampen bei Tourenzahlen, wie man sie gewöhnlich beim Photometrieren von Vakuumlampen benutzt, so können sich bei der Messung des Stromes oder des Energieverbrauches Fehler bis zu 1 und 2 % in der einen Richtung einschleichen, und für die Lichtstärke Fehler von 15 bis 20 % in der entgegengesetzten Richtung. Die für einen vorgeschriebenen Nutzeffekt gefundene Voltzahl kann dann so falsch sein, daß man von der betreffenden Lampe eine 3- bis 4mal so große Lebensdauer erwartet, als sie haben würde, wenn sie bei einer Voltzahl betrieben würde, die demjenigen Nutzeffekt entspricht, der während des Photometrierens nur *scheinbar* vorhanden war, kurz: man erwartet von der Lampe dann eine viel längere Lebensdauer, als sie im Betrieb tatsächlich erreichen wird. Andererseits kann die Tourenzahl beim Photometrieren so sein, daß sie Irrtümer in der entgegengesetzten Richtung veranlaßt. Eine andere Eigentümlichkeit der mit Gas gefüllten Lampen liegt darin, daß sie sich während des Betriebes nicht auf der ganzen Lampenglocke in dem annähernden Verhältnis zu der Lichtverteilung wie in der Vakuumlampe schwärzen, sondern hauptsächlich in dem oberen Teil der Glocke, weil die verflüchtigten Stoffe von dem Gase nach oben geführt werden. Daher kann man bei einer Lebensdauerprobe den wahren Reduktionsfaktor für die gesamte Lichtausstrahlung während der Lebensdauer der Lampe nicht in der üblichen Weise durch Messung der horizontalen Leuchtkraft ermitteln, sondern nur durch Messung der sphärischen. Die Messung ist bequem mit einem integrierenden Photometer ausführbar, wie dem Ulbrichtschen Kugelphotometer, mit dem die Lampen stillstehend gemessen werden, so daß alle Verwicklungen, die von der Rotation herkommen, vermieden werden. — Die Ursache für die Lichtstärken- und die Nutzeffektänderungen in der rotierenden Lampe liegen in der Einwirkung der Rotation auf die Konvektionsströme des Gases und einer dadurch hervorgerufenen Veränderung in der Temperaturverteilung in der Glocke, die eine Veränderung des Widerstandes und daher eine Veränderung im Strom und in der Leuchtkraft der Lampe zur Folge hat. Bei niedrigen Tourenzahlen steigt der Strom über den in der stillstehenden Lampe für alle Voltzahlen an; prozentisch stärker bei den niedrigen Voltzahlen. Bei großen Tourenzahlen sinkt der Strom im Vergleich zu dem in der stillstehenden Lampe; prozentisch am stärksten ebenfalls bei niedrigen Spannungen. In der stillstehenden Lampe ist eine

beträchtliche Temperaturdifferenz zwischen dem Gase unten und dem Gase oben in der Glocke vorhanden. Schon sehr kleine Tourenzahlen stören den ständigen heißen Gasstrom, der in der Mitte aufsteigt und in einem gewissen Abstand von der Achse herabfließt. Das Ergebnis der Störung ist eine Zunahme in der Wärme-konvektion durch das Gas, und die Folge davon eine Erniedrigung der Fadentemperatur. Da der Faden einen positiven Temperaturkoeffizienten hat, so nimmt der Widerstand ab und der Strom infolgedessen trotz Konstanz der Voltzahl zu. Bei großen Voltzahlen ist die mittlere Temperatur des Gases höher als bei kleinen. Daher sinkt die Fadentemperatur durch die Rotation weniger, und die Stromstärke ändert sich, obwohl sie positiv ist, weniger bei hoher als bei niedriger Spannung. Andererseits: rotiert die Lampe sehr schnell, so wird das kältere Gas unten in der Glocke durch die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert, die sich

mit dem Quadrat der Geschwindigkeit ändert, und das heiße Gas bleibt in der Nähe der Achse und verlang-samt so die Konvektionsströme, die den Faden ab-kühlen. Infolgedessen nimmt der Widerstand des Fa-dens zu und die Stromstärke ab. Bei hohen Voltzahlen ist die mittlere Temperatur des Gases höher als bei niedriger Voltzahl und die verlangsamende Einwirkung auf die Konvektionsströme, die von der Zentrifugalkraft herkommt, ist schwächer; daher ist die Veränderung der Stromstärke, die von der Rotation herkommt, kleiner als bei niedrigen Voltzahlen. — Bei kleiner Geschwindigkeit sinkt die Temperatur des Fadens und sinkt auch die Kerzenstärke, bei großer Geschwindig-keit nimmt die Temperatur des Fadens und daher auch die Kerzenstärke zu. (Photometry of the gas-filled lamp. By W. G. Middlekauff and J. F. Skogland. Scientific Paper of the Bureau of Standards No. 264. Washington 1916.) B.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

1. Dezember. Sitzung der mathematisch-naturwissen-schaftlichen Klasse.

Dr. Robert Bárány in Wien übersendet ein ver-siegelttes Schreiben zur Wahrung der Priorität mit der Aufschrift: „Ätiologie und Therapie der Otoklerose.“

Das w. M. Hofrat J. M. Eder übersendet eine Ab-handlung mit dem Titel: „Das Bogenspektrum des Ga-doliniums.“

Das w. M. Hofrat K. Grobben legt vor: „Wissen-schaftliche Ergebnisse der mit Unterstützung der Kai-serlichen Akademie der Wissenschaften in Wien aus der Erbschaft Treil von F. Werner unternommenen zoologischen Expedition nach dem anglo-ägyptischen Sudan (Kordofan) 1914. Vogelcestden aus Senaar und Kordofan. 1. Teil“, von Martha Weithofer.

Es werden zwei neue Bandwurmart (Schistometra Wettsteini, Davainea senaariensis) beschrieben.

Dr. A. Defant überreicht eine Abhandlung mit dem Titel: „Die nächtliche Abkühlung der unteren Luft-schichten und der Erdoberfläche in Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Atmosphäre“ (Der Einfluß der Strahlung der Atmosphäre auf den nächtlichen Tempe-raturgang von Boden und Luft). Eine Untersuchung der Temperaturabnahme der Luft nach Sonnenunter-gang an heiteren, nahezu windstillen Tagen in Krems-münster und in Tiflis zeigt einen wesentlichen und stets vorhandenen Einfluß des Wasserdampfgehaltes der Luft auf die nächtliche Abkühlung der unteren Luft-schichten. Diese ist an beiden Orten um so größer, je kleiner der Wasserdampfgehalt der Luft ist, andrer-seits auch um so größer, je höher die Temperatur bei Sonnenuntergang steht. Diese Abhängigkeit der nächt-lichen Abkühlung der unteren Luftschichten von Tem-peratur und Wasserdampfgehalt wurde weiter ver-folgt und in nähere Beziehung zur Theorie der nächt-lichen Abkühlung der Luft gebracht.

Das k. M. Bergrat Fritz Kerner v. Marilaun er-stattet einen vorläufigen Bericht über die Ergebnisse der von ihm im Auftrage und mit Unterstützung der Kaiserlichen Akademie und mit Bewilligung des k. u. k. Armeeoberkommandos im Sommer 1916 unternom-menen geologischen Forschungsreise nach dem von den Flüssen Valbona und Kruma gegen den Drin zu ent-wässerten östlichen Teil der nordalbanischen Alpen. Von den Gliedern der mesozoischen Kalkfazies der nordalbanischen Tafel konnten Megalodonten führende Obertrias und Rudisten führende Oberkreide nach-gewiesen werden. Die Schieferhornsteininformation zeigt gleichwie südlich des Drin eine große litholo-gische Mannigfaltigkeit. Das östlich vom Valbonaflusse

liegende Gebiet baut sich zum größten Teile aus Peridotiten auf. In nur geringer Verbreitung treten Gesteine der Gabbrogruppe auf.

Das w. M. R. Wegscheider legt nachfolgende Ar-beiten aus dem Chemischen Institut der Universität Graz vor:

1. „Zur Theorie der elektrochemischen Darstellung von Plumbichlorid“, von R. Kremann und H. Brey-mener. Bei der elektrochemischen Darstellung von Plumbichlorid ist eine rein chemische Reaktion zwischen gebildetem $PbCl_2$ und Cl_2 wirksam. Eine depolarisierende Wirkung von $PbCl_2$ auf die Chlor-entwicklung an Kohleelektroden kommt nicht in Frage.

2. „Zur elektrolytischen Abscheidung von Legierun-gen und deren metallographische Untersuchung. VII. Mitteilung. Versuche zur Darstellung kathodischer funkender Abscheidungen aus glycerinhaltigen Eisen-salzlösungen bei Zusatz anderer Salze, im besonderen von Cerochlorid“, von Robert Kremann, Rudolf Scha-dinger und Richard Kropsch. Zu den $FeSO_4$ - $MgCl_2$ -haltigen Glycerin-Wasserbädern, die kathodisch pyro-phore Abscheidungen liefern, wurden verschiedene Zu-sätze gemacht, beziehungsweise obige Salze durch andere, im besonderen $MgCl_2$ durch Cerochlorid ersetzt. Eine wesentliche Steigerung der Intensität der Py-rophorität dieser Abscheidungen konnte in keinem Fall erzielt werden.

„Notiz über die Zerfallskonstante des Radiothors“, von Stefan Meyer und Fritz Paneth. Eine über rund zwei Jahre erstreckte Messungsreihe an einem starken Radiothorpräparat ergab nach der γ -Strahlenver-gleichung mit einem passenden Radiumstandard gegen-über dem bisher angenommenen Wert der Halbierungs-zeit von zwei Jahren diese Konstante zu 1,9 Jahren, das ist die mittlere Lebensdauer zu 2,74 Jahren und die Zerfallskonstante $1,0 \cdot 10^{-3}$ reziproke Tage.

Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

2. Dezember. Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse.

1. Hr. R. Willstätter berichtet über sechs Un-tersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure, die von ihm gemeinsam mit Herrn Dr. A. Stoll ausgeführt worden sind. Es wird zunächst gezeigt, daß im Assi-milationsvorgang, und zwar auch bei langdauernder und gesteigerter assimilatorischer Tätigkeit, der Blattfarb-stoff in seiner Menge und hinsichtlich des Verhältnisses der Farbstoffkomponenten unverändert bleibt. Die assimilatorischen Leistungen werden sodann in zahl-reichen Beispielen quantitativ bestimmt und zum Chlorophyllgehalt der assimilierenden Blätter in Be-

ziehung gebracht. Aus der beobachteten Disproportionalität zwischen der Assimilationsleistung und dem Chlorophyllgehalt werden Schlußfolgerungen in bezug auf die Funktion des Protoplasmas abgeleitet. In weiteren Untersuchungen wird das Verhalten der Kohlensäure gegen die Blattsubstanz und gegen das Chlorophyll behandelt und es wird der Nachweis dissozierbarer Kohlensäureverbindungen sowohl der farblosen Protoplasmabestandteile wie besonders der beiden Chlorophyllkomponenten erbracht. Endlich wird der assimilatorische Koeffizient zwischen Kohlendioxyd und Sauerstoff behandelt, der nach einem neuen Verfahren ohne Einfluß des respiratorischen Gasaustausches bestimmt wird.

2. Hr. Alfred Pringsheim spricht: „Über die Äquivalenz der sogenannten Hölderschen und Cesàroschen Grenzwerte und die Verallgemeinerung eines damit zusammenhängenden Grenzwertsatzes“. Der Verfasser gibt eine in gewisser Beziehung noch vereinfachte Darstellung des Schur-Landauschen Beweises für den obigen Äquivalenzsatz und knüpft daran einen durchaus elementaren Beweis eines aus verhältnismäßig schwierigen Betrachtungen J. Schurs hervor-

gehenden allgemeinen Grenzwertsatzes, welcher eine bemerkenswerte Ergänzung zu einem bekannten Cauchy'schen Grenzwertsatz bildet.

Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften.

7. Dezember. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. von Waldeyer-Hartz i. V.

Hr. Penck sprach über die *Inntalterrasse*. (Abh.) Sie bietet die regelmäßige Schichtfolge: Moräne oben, Schotter, Sande und Tone in der Mitte und Moränen am Sockel. Die Schotter und die auf das Inntal oberhalb der Zillertalmündung beschränkten lakustrinen Sedimente sind in Eisnähe gebildet, und zwar während des Herannahens der letzten (Würm-) Vergletscherung, während bei deren Schwinden andere an den Terrassenabfall gelehnte Schotter und Moränen abgelagert wurden. Interglazialen Alters in der Terrasse sind lediglich die ältere Höttinger Breccie und der jüngere Höttinger Schutt, dieser der letzten, jene der vorletzten Interglazialzeit angehörend.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 15. November 1916.

Zur Resonanztheorie des Hörens. I. Erörterungen auf Grund eines Gedankens von O. Fischer; von E. Budde. Die Hypothese wird behandelt: „Wir vernehmen einen Ton von bestimmter Höhe, wenn sich auf der Basilarmembran ein Maximum der Schwebung ausbildet, und die Höhe des gehörten Tones entspricht der Lage dieses Maximums.“ Anwendung auf Schwebungen. Einige verifizierbare Folgerungen werden abgeleitet, insbesondere die, daß man, wenn zwei Tonquellen von nahe gleicher Höhe miteinander schweben, zur Schwächungszeit subjektiv zwei Töne wahrnimmt, die erheblich weiter auseinanderliegen als die objektiv erregenden Töne. Individuelle Unterschiede bezüglich derartiger Wahrnehmungen sind zuverlässig.

Zur Theorie der Oberflächenschichten; von H. Schulz. Auf Grund der Hypothese, daß die Oberflächenschicht durch Einwirkung von Kapillarkräften, also Druckspannungen in der Gegenschicht hervorgerufen ist, werden Formeln für die bei Reflexion auftretenden Phasenverzögerungen abgeleitet und der Einfluß von Drucken auf diese berechnet. Die Abweichungen in Beobachtungen von den bekannten Drudeschen Formeln werden in den neuen Formeln erfaßt, ebenso die Beobachtungen von Rayleigh und Lummer betreffend Druckeinfluß. Prüfung durch das Experiment ist noch erforderlich.

Annalen der Physik; Nr. 21, 1916.

Über Zustandsgleichung der festen Körper; von Max B. Weinstein. Formeln, die der Verfasser bei anderen Gelegenheiten abgeleitet hatte, werden in verallgemeinerter Gestalt besprochen und mit den Formeln namentlich von Debye und Grüneisen verglichen. Es zeigt sich, daß die Grüneisen'schen Formeln besondere Fälle darstellen und, wenn die Theorie des Verfassers zutrifft, gewisser Korrekturen bedürfen, die in einer der Fassungen die Oberflächenspannung der Körper betreffen und die sonst als Konstanten behandelten Größen.

Die Höhe des Nordlichts vermittelt parallaktischer Aufnahmen an dem Haldde-Observatorium; von L. Vegard und O. Krogneß. Die Arbeit gibt eine kurze Übersicht über einige statistische Ergebnisse der Nordlichtbeobachtungen (besonders parallaktischer Aufnahmen), die während der Jahre 1913/14 auf dem Haldde-Observatorium (Norwegen) ausgeführt sind. Es wird u. a. gezeigt, daß die Verteilung der Nordlichter auf verschiedene Höhen zwei ganz besonders hervor-

tretende Maxima (bei 100 und 106 km) zeigt. Hierdurch wird auf die Existenz von zwei homogenen Strahlengruppen, die von der Sonne ausgehen, geschlossen.

Der Wechselstrom-Gleichstromeffekt und die elektrische Nachwirkung bei Wismut, Antimon und Tellur; von H. Geipel. In dem ersten Teile der Arbeit werden die aus galvanischen und thermomagnetischen Betrachtungen abgeleiteten Ergebnisse von T. Heurlinger (Phys. Zeitschr. 17, S. 221, 1916) für die Größe, Abklingungsgeschwindigkeit und Abklingungskurven der elektrischen Nachwirkung bei Wismut und Antimon im transversalen Magnetfeld geprüft. Im zweiten Teil wird die elektrische Nachwirkung bei Wismut und Antimon außerhalb des Magnetfeldes als ein thermoelektrischer Effekt berechnet, der seine Ursache in der Entwicklung von Peltierwärme in einem anisotrop geschichteten Medium hat, und die berechnete Erscheinung und die Abklingungskurven mit den experimentellen Ergebnissen verglichen.

Elektrizitätserregung beim Zerspritzen von Flüssigkeiten (Ballolektrizität); von C. Christiansen.

Die Absorption von Radiumemanation durch Kokosnußkohle; von Werner Mohr. Verfasser untersucht in seiner Dissertation die Absorption von Ra-Emanation durch Kokosnußkohle und deren Abhängigkeit von der Temperatur nach einer neuen Methode, die eine dynamische und zugleich auch statische ist. Das Henrysche Gesetz wird bestätigt. Die Versuche wurden mit Stickstoff als Träger der Emanation ausgeführt und nachgewiesen, daß die Verwendung desselben wesentlich ist zur Erzielung genauer Resultate. Der Verlauf der Absorptionskurve ist stetig, und die Absorptionswerte sind für ein und dieselbe Temperatur konstant und unabhängig von der Menge der dabei beteiligten Emanation. Es zeigt sich, daß auch mit ganz verschwindend kleinen Mengen von Emanation immer noch gute Resultate zu erzielen sind. Die Emanation bietet ein Mittel, den Grad der Entgasung der Kohle zu bestimmen.

Physikalische Zeitschrift; Heft 21, 1916.

Zur Thermodynamik des Drosselvorganges; von R. Plank. Es wird nachgewiesen, daß die Einführung der endlichen Abkühlung bei der Drosselung als Zustandsfunktion zu einfacheren Zusammenhängen mit der spezifischen Wärme und der Zustandsgleichung führt als die bisher übliche Benutzung des elementaren Kühleffekts. Der Begriff der Inversionskurve bedarf einer schärferen Definition. Die abgeleiteten Ge-

ziehungen werden auf bekannt gewordene Versuchszahlen für Luft angewendet.

Zur Absorption solarer positiver (Nordlicht-) Strahlen in der Erdatmosphäre; von R. Swinne. Es wird (unter Verwendung der Wegenerschen Angaben über den Luftdruck in großen Höhen) das Bremsvermögen verschiedener Luftsäulen für positive Korpuskularstrahlen angenähert ermittelt. Schließt man aus der unteren scharfen Begrenzung der Nordlichter (etwa 90 km Höhe) auf die Geschwindigkeit der diese erzeugenden Korpuskeln, so erhält man für den Fall von Wasserstoffteilchen Werte, wie sie von α -Teilchen der bekannten Radioelemente gebildete H-Teilchen aufzuweisen hätten.

Über sekundäre Wirkungen der Röntgenstrahlen; von F. Voltz.

Über das Korn der photographischen Platte und eine Methode zu seiner Untersuchung; von P. P. Koch und G. du Prel. Von dem zu untersuchenden Bromsilberkorn wird ein stark vergrößertes Mikrophotogramm mit rotem Licht auf höchstempfindlichen Platten hergestellt. Dadurch ist es möglich, einen genauen Befund über Größe und Form des Kornes aufzunehmen, ohne es merklich, d. h. bis zur Entwickelbarkeit durch Licht zu beeinflussen. Anschließende Untersuchungen über das Verhalten des Kornes im photographischen Prozeß lassen sich so an praktisch von Licht nicht getroffenen Korn anstellen. Vorläufige Anwendungen betreffen Kornformveränderung beim Entwickeln, Wirkungsweise des besonders feines Korn liefernden Paraphenyldiaminentwicklers, Entwickeln nach dem Fixieren und schließlich den Zusammenhang zwischen Korngröße und Lichtempfindlichkeit. Im Gegensatz zur landläufigen Ansicht ergibt sich hierbei, daß große und kleine Bromsilberkörner der bisher untersuchten Emulsionen gleich lichtempfindlich sind.

Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 9, 1916.

Prof. Dr. Wladimir Köppen zu seinem 70. Geburtstag; von Großmann.

R. v. Sternek, Hydrodynamische Theorie der halbtägigen Gezeiten des Mittelmeeres; von A. Defant. Die Abhandlung enthält ein ausführliches Referat der in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie erschienenen Arbeit obigen Titels. Die zur Erklärung der halbtägigen Gezeiten des Mittelmeeres in einer früheren Arbeit herangezogene Gleichgewichtstheorie wird hier durch die den hydrodynamischen Differentialgleichungen entsprechende Kanaltheorie ersetzt. Die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Meeresteile wurde wesentlich genauer untersucht und die früher angenommene Parallelbewegung durch jene Schwingungsformen ersetzt, die sich unter der Annahme des Mitschwingens mit einer äußeren Gezeitenbewegung ableiten lassen. Die entwickelte Theorie enthält schließlich keine andere empirische Beimengung als die am westlichen Ende der Gibraltarraße vorausgesetzte Koinzidenz mit der daselbst beobachteten Gezeitenbewegung des Atlantischen Ozeans. Die v. Sternesche Theorie entspricht zum Teil auch in den Einzelheiten mit befriedigender Genauigkeit den Beobachtungsstatsachen.

Über den örtlichen Einfluß von Luftdruck und Wind auf den Wasserstand der Ostsee; von Otto Meißner. (Auszug aus einer unveröffentlichten größeren Arbeit.) Zugrunde gelegt sind Registrierungen der drei Pegelstationen Travemünde, Swinemünde und Memel in den Jahren 1898—1910. Eine Mitteilung der einzelnen Ergebnisse ist hier nicht möglich, vielmehr muß auf die Abhandlung selbst verwiesen werden.

Die unperiodischen Schwankungen des Luftdrucks und Regens im Tropengebiet des Atlantischen Ozeans; von Anton Hackenbroich.

Weitere Beiträge zur Geschichte der Meridionalteile; von August Budde. Die obige Abhandlung weist

darauf hin, daß die Tafel der „vergrootende Breede“ durch „Cornelis Janß Lastman“ zum mindestens schon im Jahre 1632, wenn nicht gar im Jahre 1621 zuerst veröffentlicht ist. Im weiteren wird die Arbeit von Lastman mit den Arbeiten anderer nautischer Schriftsteller verglichen, und schließlich werden noch einige ähnliche Tafeln, u. a. die von „Jost van Breen“ (1662) und die von „Ezechiël de Decker“ (1659) beschrieben.

Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie; Jahrgang 44, Heft 10, 1916.

Die Bestimmung von Windrichtung und -stärke im fahrenden Flugzeug; von W. Immler. Die vorgeschlagene Methode ermöglicht, unter alleiniger Benützung des Pfadfinderkompasses und zweier Tafeln die Richtung und Stärke des Windes vom fahrenden Flugzeug aus zu bestimmen. Es wird dabei einzig die Forderung aufgestellt, daß das Flugzeug für kurze Zeit zwei um einen bestimmten Winkel verschiedene Kurse einschlägt, um mit Hilfe des Kompasses die auf dem Erdboden beobachtete „Abtrift“ zu bestimmen. Die beigegebenen Tabellen ergeben unter dem Eingang der beiden „Abtriften“ sofort Windrichtung und -stärke relativ zur Flugzeugrichtung und Flugzeuggeschwindigkeit.

Die unperiodischen Schwankungen des Luftdrucks und Regens im Tropengebiet des Atlantischen Ozeans; von Anton Hackenbroich.

Die Eisverhältnisse des Winters 1915/16 in außerdeutschen europäischen Gewässern; von G. Reinicke. Besprochen werden Eisverhältnisse und Schifffahrt in schwedischen, dänischen, holländischen, norwegischen und isländischen Gewässern, im Weißen und im Schwarzen Meere. Im nördlichen Nordbotten ist die Schifffahrt von Mitte November 1915 bis Anfang Juni 1916, im südlichsten Nordbotten von Ende Januar bis Anfang Mai 1916 unmöglich gewesen. Dank hoher mittlerer Temperatur im Januar 1916 infolge vorherrschend westlicher Winde haben Dänemark und Holland milde Winter und für die Schifffahrt günstige Eisverhältnisse gehabt. Im Weißen Meer ist die Schifffahrt, die dort schon im November mit Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, etwa von der Mitte der dritten Dezemberdekade bis zum Schluß der ersten Maidekade ganz unmöglich gewesen.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie; Band 116, Heft 2, 1916.

Die Anatomie der Oxyuris curvula; von E. Martini. I. Teil bringt außer einleitenden Kapiteln die Anatomie und Histologie des Darmkanals des Weibchens (die Verhältnisse beim ♂ sind nur kurz erwähnt). Vor allem wird Zellkonstanz festgestellt für den Schlundkopf, dessen Zusammensetzung aus Epithel, Muskel, Nerven- und Drüsenzellen beschrieben wird, für die Speiseröhre, die Muskelhaut, den Mitteldarm und alle Teile des Enddarms. Die großen Zellen am Anfang des Enddarms sind Drüsenzellen, nicht Ligamentzellen.

Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen; Band 42, Heft 2, 1916.

Schwarzfärbung weißer Haare durch Rasur und die Entwicklungsmechanik der Farbe von Haaren und Federn. II. und III. Abhandlung; von Walther Schultz. Beim Russenkaninchen, einer besonderen Albinoart, gelingt es leicht, weißes Haar in schwarzes zu verwandeln. Es können einfach- und mehrfach-geringelte Haare, schwarz- oder weißspitzige, schwarze, braune, gelbliche nach Belieben erzeugt werden, ebenso das Tigermuster, Apfelschimmelmuster, Scheckenmuster, Rückendunkelmuster, Schwarzlozmuster. Es zeigt sich, daß entwicklungsmechanisch im Albinoweiß die Anlage der verschiedensten Färbungen festgestellt werden kann, welche die Mendelforscher als Erbinheiten fanden. Es klärt sich auf, in welcher Art die bekannte versteckte Vererbung von Färbungen durch Albinos erfolgt. Es klärt sich insbesondere die Vererbungsart

der Russenkaninchen selbst auf, die schon mehrere bedeutende Vererbungsforscher, ich nenne *Castle* und *V. Haecker*, dadurch in Erstaunen setzten, daß in ihrer Enkelgeneration bei Anpaarung mit beliebigen farbigen stets einzelne schwarze fallen. In der Darstellung versteckter Erbinheiten im entwickelten Körper dürfte die grundsätzliche Bedeutung der Arbeit liegen.

Die Zellvermehrung in den Hautkulturen von Rana pipiens; von *Eduard Uhlenhuth*.

Über den Einfluß der chemischen Beschaffenheit des Mediums auf die Gestalt von *Bosmina longirostris* O. F. M.; von *Otto Hartmann*. Durch sehr geringe Konzentrationen von Chemikalien oder Zusatz verschiedener Bodenproben und ähnlicher Stoffe läßt sich die Gestalt, besonders der Tastantennen, der geschlechtsreifen Tiere in charakteristischer Weise beeinflussen. Es sind Hemmungen und Veränderungen der Wachstumsprozesse unterscheidbar, erstere mehr als Folge des Chemikalien-, letztere des Bodenprobenzusatzes. Es ist wahrscheinlich, daß sowohl lokale als temporale Variation (Zyklomorphose) bei Cladoceren zum Teil durch den Chemismus des Wohngewässers bewirkt wird. Besonders sind die starken Rückbildungen der Tastantennen bei Tieren gewisser Gewässer und zu gewissen Zeiten offenbar auf den Einfluß gelöster Stoffe (Stoffwechselprodukte!) zurückzuführen.

Zoologische Jahrbücher.

Abteilung für allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere; Band 36, Heft 1, 1916.

Zur Kenntnis der Blutverdauung bei Wirbellosen. Versuche mit Dendrocoelum lacteum (Müller); von *Leopold Löhner*. Die Untersuchungen des Verfassers führten zu dem Ergebnisse, daß die extrazelluläre Verdauung im Darmsystem der Süßwassertrikladen bei alkalischer, die eigentliche intrazelluläre Verdauung bei saurer Reaktion abläuft. Wird Blut verfüttert, so wird, im Gegensatz zu den Verdauungsvorgängen bei höheren Tieren, das Hämoglobin nicht aufgespalten, sondern als solches ausgeschieden und ist im Aufenthaltswasser spektroskopisch nachweisbar. Es werden demnach hier nur die Eiweißkörper des Serums und Stromas bei der Verdauung ausgenützt, nicht aber die Globinkomponente des Blutfarbstoffes.

Untersuchungen über Geschlechtsunterschiede. Nr. 4. Das Verhalten der beiden Geschlechter gegenüber Methylenblau; von *J. Dewitz*. Der Verfasser nimmt Bezug auf frühere Beobachtungen (vgl. *Zoolog. Anz.* 1916. Bd. 47, S. 126), nach denen Blut von männlichen und weiblichen Schmetterlingspuppen Farbstofflösungen in verschiedener Weise verändern, und beschäftigt sich hier speziell mit der Veränderung, welche Methylenblau erleidet. 1. Der Inhalt der Puppe wurde zu Organpulver verarbeitet, das auf Lösung von Methylenblau wirkt. Die Entfärbung durch das männliche Pulver ging viel weiter als die durch das weibliche Pulver verursachte. 2. Getrocknetes Puppenblut entfärbte mit Rücksicht auf die beiden Geschlechter in demselben Sinne. — Auf den Kontakt der Lösung von Methylenblau (oder von anderen Farbstoffen) mit dem Organpulver schieden sich in diesem harnsaure Kristalle aus, die nach dem Geschlecht verschieden waren.

Studien am Skelett der Echinodermen; von *Ernst Merker*. Das spezifische Gewicht des Calciumkarbonates im Echinodermenskelett ist typisch vermindert, verglichen mit dem des minerogenen CaCO_3 . Die Verminderung wird durch den Gehalt an Fremdstanz, insbesondere durch den in der Hauptsache an organische Substanz gebundenen Wassergehalt verursacht. Dem verminderten spezifischen Gewicht entsprechen geringere Brechungsexponenten. Auch die Doppelbrechung ist nicht mehr so groß wie im minerogenen Kalkspat. In allen Skeletteilen ist eine feste Beziehung zwischen der Richtung der optischen Achse (Molekülrichtung) und der Konfiguration des Stückes oder seiner Orientierung festzustellen. Die Ordnung

der Moleküle ist biologisch zu verstehen. Sie wird vererbt. Das Pigment der Echinodermenschalen, das Calceochrom, ist organischer Natur. Es wird zwischen die CaCO_3 -Moleküle und zugleich mit ihnen abgelagert. Die Abscheidung ist von der Belichtung abhängig.

Über reflexarme Tiere IV. Die Holothurien. Zweite Mitteilung. Die Reizbarkeit und der Einfluß des zentralen Nervensystems auf die Muskulatur und die muskelähnlichen Fasern der Haut (auf Erregbarkeit und Tonusfunktion); von *Hermann Jordan*. Der Erregbarkeit der echten Muskeln gegenüber verhält sich das Zentralnervensystem analog dem Cerebralganglion der Schnecken (Verminderung der Erregbarkeit). Auf den elastischen Tonus der echten Muskeln wirkt der Radialnerv fördernd (= typischer Zentraltonus, wie beim Skelettmuskel. „Elastischer Tonus“ ist eine Dauererregung). Auf den plastischen Tonus der muskelähnlichen Hautfasern (d. i. die „Tonusfunktion“) wirkt der Radialnerv hemmend, d. h. durch ihn wird die typische Dehnungsreaktion der (belasteten) Fasern beschleunigt. Plastischer und elastischer Tonus sind miteinander verschieden. Jener ist kein Zustand der Dauererregung, die vom Zentrum aus unterhalten wird.

Archiv für Naturgeschichte; Jahrgang 81,
Heft 10, 1915.

(Ausgegeben im Juni 1916.)

Die Anthomyiden Europas. Tabelle zur Bestimmung der Gattungen und aller mir bekannten Arten nebst mehr oder weniger ausführlichen Beschreibungen; von *P. Stein*. Nach einem geschichtlichen Überblick über die Systematik der Anthomyiden wird besonders die letzte große Arbeit von *Schnabl* besprochen und einer maßvollen Kritik unterzogen. Da sie trotz alles Vortrefflichen nicht geeignet ist, einen Anfänger in die Kenntnis der Anthomyiden einzuführen, hat sich der Verfasser zur Herausgabe der vorliegenden Arbeit entschlossen. Diese enthält Tabellen zur Bestimmung der Gattungen und Arten, wobei letztere zum Teil ausführlich beschrieben werden, darunter 43 neue. Genaue, wenn auch nicht erschöpfende Fundortsangaben lassen die geographische Verbreitung erkennen. Den Schluß bildet eine kurze Charakteristik sämtlicher behandelten Gattungen.

Archiv für Protistenkunde; Band 37, Heft 1, 1916.

Zur Konjugation von Loxocephalus. Aus dem Nachlaß von S. v. Prowazek; herausgegeben von *Kurt Behrend*. Bringt Abbildungen aus dem Nachlaß von Prof. v. Prowazek. Die Vorgänge während und nach der Konjugation werden auf Grund durchgesehener Präparate aufgeführt und auf die Gleichheit des Konjugationsverlaufes bei einem dem *Loxocephalus* nahen Verwandten, *Cyclidium*, den Verfasser untersuchte, hingewiesen. Besonders zu erwähnen sind die sog. „Siebelbildungen“ im Teilungsverlauf des Mikromellus.

Die Verwandtschaftsbeziehungen der vermeintlichen Gregarine Microtraeniella clymenellae Calk; von *Franz Poche*. Unter obigem Namen beschrieb *Calkins* (*Biol. Bull.* 29, 1905, S. 46–49) aus dem Darm von *Clymenella torquata* eine sehr interessante Tierform, die er als eine Gregarine betrachtet. In Wirklichkeit ist sie weitaus am nächsten verwandt mit Haplozoon und gehört in dieselbe Klasse (Haplozooidea), ja ist vielleicht sogar mit jenem identisch. Entgegen *Calkins* ist sie (wie jenes) als ein vielzelliger Organismus und nicht als eine Kolonie einzelliger solcher aufzufassen. gleichwohl aber mit *Calkins* den Protozoa zuzurechnen.

Rhizopodialnetze als Fangvorrichtung bei einer plasmodialen Chrysomonade; von *A. Pascher*.

Fusionsplasmodien bei Flagellaten und ihre Bedeutung für die Ableitung der Rhizopoden von den Flagellaten; von *A. Pascher*.

Fortpflanzung und biologische Erscheinungen einer Chlamydothryx-Form auf Agarkulturen; von *Rudolf Breuer*.

Sachregister.

- Abkühlung**, Die — eines erwärmten Körpers. S. 554.
- Abwasser**, Die chemische Untersuchung von Wasser und — (Bespr.). S. 578.
- Acetylen**, Die stufenweise katalytische Reduktion des —. S. 701.
- Achate**, Die — (Bespr.). S. 126.
- Ägypten** (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 736.
- Äquivalent**, mechanisches, Über das sogenannte — des Lichtes und den schwarzen Körper als Lichtquelle bei verschiedenen Temperaturen (Alfred R. Meyer). S. 333.
- Afrika**, Deutsch-Südwestafrika, Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süßwasserfauna — (Bespr.). S. 518.
- Agilität**. S. 484.
- Albinismus**, Über — und dessen Begleiterscheinungen. S. 24.
- in der Tierwelt. S. 24.
- Algen**, Ein Novum unter den — (J. Schiller). S. 78.
- Alkohol**, Die Sulfita blauge und ihre Verarbeitung auf — (Bespr.). S. 339.
- Alkylamine**, Lösungen von Metallen in flüssigem Ammoniak und — S. 556.
- Allogonie**, Bakterienmutationen, —, Klonumbildungen. S. 504.
- Allynorcodein**, N-, Über das —, einen Antagonisten des Morphins. S. 701.
- Alpen**, Die Julischen — und das Tal des Isonzo (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 93.
- Altbackenwerden**, Das — der Brotkrume, vom physiologisch-chemischen Standpunkt betrachtet (R. J. Meyer). S. 403.
- Altern**, Über das —. S. 202.
- Aluminiummetall**, Vernicklung von —. S. 448.
- Alzheimer**, A., † (W. Spielmeyer). S. 57.
- Ameisenlöwe**, Der — (Bespr.). S. 634.
- Ameisensäure**, Über die katalytische Synthese der — unter Druck. S. 175.
- Ammoniak**, Über die elektrochemische Oxydation des —. S. 176.
- flüssiges, Lösungen von Metallen in — und Alkylaminen. S. 556.
- Amphikline Bastarde**. S. 670.
- Amplitude**, Bestimmung der — von Schallwellen. S. 118.
- Anstrengung**, Die — beim Marsch und beim Bergsteigen (A. Pütter). S. 253.
- Anthropologie**, Berliner Gesellschaft für —, Ethnologie und Urgeschichte. Ergebnisse und Probleme der Haarforschung. S. 50.
- Die Anwendung des Gesetzes der Massenwirkung in der Erbforschung. S. 50.
- Anthropologische Gesellschaft**, Bericht über die von der Wiener — in den k. u. k. Kriegsgefangenenlagern veranlaßten Studien. S. 375, 639.
- Meßmethode. S. 24.
- Aplodontias**, Two new — from western north America. S. 637.
- Arbeitsmethoden**, Handbuch der — in der anorganischen Chemie (Bespr.). S. 392.
- Arktischer Archipel**, Stefánssons Landentdeckungen im nordamerikanischen — (O. Baschin). S. 154.
- Asien**, Klein-, Die Mineralschätze der Balkanländer und — (Bespr.). S. 551.
- Atomgewicht**, Zusammenhang zwischen Spektrum und —. S. 174.
- Atomgewichtsbestimmung**, Eine Methode zur relativen — der isotopen Elemente. S. 173.
- Atommodelle** und Serienspektren (E. Gehrke). S. 586.
- Atomvolumen**, Dichte und — isotoper Bleie. S. 568.
- Auge**, Die spektrale Empfindlichkeitskurve des —. S. 302.
- Augenhintergrund**, Das große Gullstrandsche Ophthalmoskop, ein Instrument zur reflexlosen Untersuchung des — (O. Henker). S. 433.
- Ausgleichsverfahren**, Über zeichnerische — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 260.
- Bakterien**, Pflanzentumore erzeugende, Das Vorkommen von — im kranken Menschen. S. 188.
- Die Verwandlungsfähigkeit der —. S. 670.
- Normales Vorkommen von —. S. 36.
- Bakterienmutationen**, Über die sogenannten — (Ernst Lehmann). S. 547.
- Allogonie, Klonumbildungen. S. 504.
- Balkanländer**, Die Mineralschätze der — und Kleinasien (Bespr.). S. 551.
- Bandwurm**, Fisch-, Lebenslauf eines —. S. 37.
- Bastarde**, Über amphikline —. S. 670.
- Bdelloiden**, Widerstand der das Moos bewohnenden — gegen die Trockenheit. S. 38.
- Beavers**, The status of the — of western north America, with a consideration of the factors in their speciation. S. 637.
- Beobachtungsfehler**, Einiges über — beim Abschätzen der Teilungen geodätischer Instrumente (Bespr.). S. 481.
- Bergsteigen**, Die Anstrengung beim Marsch und beim — (A. Pütter). S. 253.
- Berührungsempfindlichkeit**, Die — der Pflanzen (P. Stark). S. 443, 464.
- Beton** als Baustoff für Fundamente. S. 131.
- Bienen**, Sind die — wirklich farbenblind? (H. v. Buttel-Reepen). S. 289.
- Womit riechen die — ? S. 358.
- Bierfabrikation**, die Verwertung der Nebenprodukte bei der —. S. 304.
- Bildtelegraphie**, Über die Entwicklung der — in den letzten zehn Jahren (Arthur Korn). S. 689.
- Biologie**, allgemeine (Bespr.). S. 667.
- Die Kultur der Gegenwart (Bespr.). S. 11.
- Lehrbuch der — für Hochschulen (Bespr.). S. 297.
- Biologische Naturwissenschaften**, Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die — (Hans Sachs). S. 137, 149.
- Biologisches Grundgesetz**, Experimentelle Beiträge zu Rudolf Arndts — (Hugo Schulz). S. 675.
- Blattkrankheit**, Über eine nach den Mendelschen Gesetzen vererbte — (Sordago) der *Mirabilis Jalapa*. S. 504.
- Bleie**, isotope, Dichte und Atomvolumen —. S. 568.
- Blind**, Künstlich gezüchtete Fische —. S. 36.
- Blutarmut**, Über — und ihre ursächlichen Beziehungen (Kurt Ziegler). S. 316, 329.

- Bodenschaukel, Die — einst und jetzt (Zuschr.). S. 114.
- Bodentiere, marine, Die geographische Verbreitung — (W. Kükenthal). S. 657.
- Bohrapparat, Der — des Bohrwurms *Teredo navalis* (W. Kuhlmann †). S. 710.
- von *Teredo*. S. 851.
- Boveri, Theodor, † (F. Baltzer). S. 69.
- Brennessel, Die — als Faserpflanze. S. 303.
- Briketts, Koks-. S. 839.
- für die Schifffahrt. S. 538.
- British Association, Die Physik auf der diesjährigen Tagung der —. S. 720.
- Brotkrume, Das Altbackenwerden der — vom physiologisch-chemischen Standpunkt betrachtet (R. J. Meyer). S. 403.
- Bulgarien (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 836.
- Calcium**, Die Wirkung des — in einem Entladungsröhre. S. 702.
- metallisches, Die Anwendung des — in der Gasanalyse. S. 838.
- California, University of — Publications in Zoology (Bespr.). S. 244.
- Candidus, Petrus, Das Tierbuch des —. S. 80.
- Cephalopoden, Paläobiologie der — aus der Gruppe der Dibranchiaten (Bespr.). S. 747.
- Ceylon, Die endemischen Pflanzen von — und die mutierenden *Oenotheren*. S. 190.
- Chemie, anorganische, Handbuch der Arbeitsmethoden in der — (Bespr.). S. 392.
- Aus der neuzeitlichen gerichtlichen — (Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg). S. 840.
- Grundzüge der Geschichte der —, Richtlinien einer Entwicklungsgeschichte der allgemeinen Ansichten in der Chemie (Bespr.). S. 619.
- Mineral-, Handbuch der — (Bespr.). S. 432.
- organische, Geschichte der — von ältester Zeit bis zur Gegenwart (Bespr.). S. 336.
- — Die Katalyse in der — (Bespr.). S. 394.
- physikalische, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 198.
- Physikalische — der Zelle und der Gewebe (Bespr.). S. 394.
- Werner Siemens und seine Stellung in der — (C. Harries). S. 788.
- Chemische Konstitution und Wirkung, Neuere Arbeiten über den Zusammenhang zwischen — (P. Karrer). S. 562.
- Untersuchung, Die — von Wasser und Abwasser (Bespr.). S. 578.
- Chemotaxis, Die — der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. S. 188.
- Chimie, Introduction à la — des complexes (Bespr.). S. 393.
- Chinesin, Fuß der —. S. 158.
- Coccolithophoriden, Der derzeitige Stand unserer Kenntnis der — (J. Schiller). S. 277.
- Copepoden, Die Nahrung der —. S. 376.
- Crataegomespili von Bronvaux. S. 189.
- Cuscuta, schmarotzende, Über die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen —. S. 669.
- Dampferwege** von Südafrika nach Ostindien. S. 215.
- Deltastrahlen von Zink. S. 175.
- Denkende Tiere, Gibt es —? (Bespr.). S. 296.
- Deutschen, Die — und die Wissenschaft. S. 652.
- Deutschland, Die Pflanzen —, eine Anleitung zu ihrer Kenntnis (Bespr.). S. 592.
- Deutsch-Südwestafrika, Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süßwasserfauna — (Bespr.). S. 518.
- im Lichte biogeographisch-historischer Forschung (Thilo Krumbach). S. 372.
- Dextrine, kristallisierte, Über — aus Glykogen. S. 524.
- Dibranchiaten, Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der — (Bespr.). S. 747.
- Dielektricum, ruhendes, Nachweis der magnetischen Wirkung der Verschiebungsströme im —. Zur Erinnerung an Eduard Koch (F. Richarz). S. 741.
- Diffusion von Metallen in festem Zustande (Ernst Rüst). S. 265.
- Dimensionen, vernachlässigte, Die Welt der — (Bespr.). S. 200.
- Dinosaurier, Neuere Arbeiten über die — (Th. Arldt). S. 146.
- Die — und Ornithischier Nordamerikas (O. Abel). S. 469, 494.
- Dosimeter, Über — und Dosimetervergleiche. S. 340.
- Dreht sich die Erde? (Bespr.). S. 21.
- Druckverschiebungen der Bogen- und Funkenlinien des Nickels. S. 553.
- Düngemittel, Reiz-, und ihre Bedeutung (Paul Ehrenberg). S. 345.
- Edelsteine**, Die Farbe der Mineralien, insbesondere der — (Bespr.). S. 620.
- Edertalsperre, Der Einfluß der — auf den Hagelfall. (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein.) S. 837.
- Ehrlich, Paul, Die Bedeutung — für die biologischen Naturwissenschaften (Hans Sachs). S. 137, 149.
- Eier mit drei Dottern. S. 37.
- Chemische und bakteriologische Untersuchungen über frische — und Handelseier. S. 377.
- Eiszeit, Diluviale, Über die Fortschritte in der Kenntnis vom Wesen und Klima der — (Wilh. Eckardt). S. 498.
- Eiweißhydrolyse, Über partielle — (Bespr.). S. 849.
- Elastizitätsmodul, Das Verhalten des — bei höheren Temperaturen. S. 95.
- Elektrische Methoden der Momentphotographie (Bespr.). S. 299.
- Elektrischer Funken, Schwingungsvorgänge im —. S. 96.
- Elektrizität, Auszüge aus James Clerk Maxwells — und Magnetismus (Bespr.). S. 481.
- Elektrolytische Zersetzung, Durch Farbanstriche des Eisens seine — zu verhindern. S. 448.
- Elektronen, Die Reflexion von —. S. 302.
- freie. S. 175.
- freie, in frisch gereinigtem Wasserstoff. S. 302.
- Elektrotechnik, Physikalische Grundlagen der — (Bespr.). S. 592.
- Element, konstantes galvanisches, Erfinder des —. S. 851.
- Emission, vollständige photoelektrische. S. 174.
- Emissionsspektrum, Im — des Natriumdampfes. S. 301.
- Empfindlichkeitskurve, spektrale, Die — des Auges. S. 302.
- Endemischer Kretinismus, Zur Ätiologie des — in Bayern, in Sachsen und in der Schweiz. S. 485.

- Entwicklungslehre, Paläontologie und — (Edw. Hennig). S. 514.
- Entwicklungsstadien, vorgeschrittene, K. Toldts Untersuchungen — von Säugetieren (Richard Semon). S. 287.
- Entzündungsgeschwindigkeit, Über die — von Gemischen brennbarer Dämpfe und Luft. S. 120.
- Erbforschung, Die Anwendung des Gesetzes der Massenwirkung in der — (Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte). S. 50.
- Erdalbedo. S. 554.
- Erde, Dreht sich die — (Bespr.). S. 21.
- Neuere Forschungen über die Vorgänge im Innern der — (Karl L. Henning). S. 743.
- Erdgeschichte, Über neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte (O. Abel). S. 725.
- Erdkunde, Gesellschaft für — zu Berlin. Die Julischen Alpen und das Tal des Isonzo. S. 93.
- Die Huibhochfläche in Südwestafrika. S. 128.
- Reisen in Deutsch-Ostafrika. S. 129.
- Reisen im Kleinen Kaukasus. S. 200.
- Kriegswünsche für den geographischen Unterricht. S. 245.
- Schwäbische Städte. S. 259.
- Die Ukraine. S. 322.
- Winddrehung, Windgeschwindigkeit und Lufttransport. S. 355.
- Reisen in Mexiko. S. 395.
- Tagung deutscher Hochschullehrer der Geographie. S. 521.
- Finnland und Nordrußland auf Grund eigener Anschauungen. S. 590.
- Ägypten. S. 736.
- Bulgarien. S. 836.
- Erdkunde, Grundriß der allgemeinen — (Bespr.). S. 432.
- Erdsphäroid, Neue Werte über die Dimensionen des —. S. 25.
- Ernährung, künstliche, Über — und Vitamine (Bespr.). S. 668.
- Ernährungsfragen, Die mathematische Behandlung der — (P. Riebesell). S. 439.
- Eruptivgesteinskunde, physikalisch - chemische, Forschungen im Gebiete der — (Paul Niggli). S. 641, 663, 683.
- Evolution of sex in plants (Bespr.). S. 22.
- Farbanstriche des Eisens, seine elektrolytische Zersetzung zu verhindern. S. 448.
- Farbenblind, Sind die Bienen wirklich —? (H. v. Buttel-Reepen). S. 289.
- Faserliefernde Pflanze, Die Lupine oder Wolfbohne als —. S. 302.
- Faserpflanze, Die Brennessel als —. S. 303.
- Fauna, Land- und Süßwasserfauna, Beiträge zur Kenntnis der — Deutsch-Südwestafrikas (Bespr.). S. 518.
- Meeres-, Beiträge zur Kenntnis der — Westafrikas (Bespr.). S. 67, 519.
- Feathers, A study of the structure of —, with reference to their taxonomic significance. S. 638.
- Fetthärtung (W. Fabrion). S. 283, 291.
- Die katalytische — mittels Nickeloxiden. S. 132.
- Fichtenharz, Der Einfluß des Tannins und — auf den Stickstoffhaushalt des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. S. 723.
- Fichtengespinstblattwespe, Auftreten der — im Roggenburger Forst. S. 849.
- Fieber, Fleck-, Der mutmaßliche Erreger des — (Albert Koch). S. 417.
- Finnland und Nordrußland auf Grund eigener Anschauungen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 590.
- Fischbandwurm, Lebenslauf eines —. S. 37.
- Fische, fliegende, Der Flugmechanismus der —. S. 376.
- künstlich gezüchtete — blind. S. 36.
- Flachheit, scheinbare, Eine mögliche Erklärung für die — des Himmelsgewölbes (Wilhelm Schmidt). S. 632.
- Flagellaten, Studien über die rhizopodiale Entwicklung der —. S. 108.
- Flamme, Über das Leuchten der — (C. Dieterici). S. 777.
- Flammen, kräftige gefärbte, Methode zur Erzeugung —. S. 556.
- Flockfieber, Der mutmaßliche Erreger des — (Albert Koch). S. 417.
- Flecktyphusforschung, Die Ergebnisse der experimentellen (Martin Mayer). S. 557.
- Fliegende Fische, Der Flugmechanismus der —. S. 376.
- Fliegenplage, Zur — in Wohnungen und Lazaretten. S. 721.
- Flug, Wie steuern die Insekten im —? (F. Stellwaag). S. 256, 270.
- Elementare Theorie der Wasserwellen und des — (A. Einstein). S. 509.
- Flugleistung, Die — der Vögel und der Segelflug (Gustav Lilienthal). S. 713.
- Flugzeug, Über einige Erfahrungen und Beobachtungen im — (C. Wieselsberger). S. 829.
- Flußsäure, Die technische Verwendung der — in den Vereinigten Staaten. S. 608.
- Föttingersche Transformator, Der — und seine Bedeutung für den Schiffbau (K. Hencky). S. 525.
- Foramen magnum, Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des — am Schädel der Primaten. S. 23.
- Forstschutz, Der — (Bespr.). S. 637.
- Frankreich, Ein kleiner Beitrag zur vor- resp. frühgeschichtlichen Zeit —. S. 640.
- Fresnelscher Spiegelversuch. S. 94.
- Füllungserscheinungen, Monographie der — bei Tulpenblüten (Bespr.). S. 244.
- Fünfzig Jahre, Über den Mann von —. S. 203.
- Fuß der Chinesin. S. 159.
- Gärung, alkoholische, Chemie der Hefe und der — (Bespr.). S. 337.
- Gallenfarbstoffe, Herkunft der —. S. 503.
- Gang, der aufrechte — des Menschen (H. Gerhartz). S. 581, 598, 613.
- Gas, Holz-, Die Herstellung von — in der städtischen Gasanstalt Helsingfors. S. 839.
- Steinkohlen-, Die Verwendung des — zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen. S. 851.
- Gasmische, brennbare, Die Zündgeschwindigkeit —. S. 131.
- Gasreaktionen, Über — unter höheren Drucken. S. 524.
- Gedächtnis, Das — der Materie (Th. von Kármán). S. 489.
- Geistesleben, Die neuere Entwicklung unserer Universitäten und ihre Stellung im deutschen — (Bespr.). S. 50.
- Gelbrand. S. 230.
- Bau und Leben des —. S. 502.

- Genie, Über die Entstehung des —. S. 375.
- Geochemische Vorgänge, Einfluß des Sonnenlichtes auf —. S. 215.
- Geodätische Instrumente, Einiges über Beobachtungsfehler beim Abschätzen der Teilungen — (Bespr.). S. 481.
- Geographie, Tagung deutscher Hochschullehrer der — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 521.
- Geographische Verbreitung mariner Bodentiere (W. Kükenenthal). S. 657.
- Wissenschaft, Handbuch der — (Bespr.). S. 552.
- Geographischer Unterricht, Kriegswünsche für den — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 245.
- Geologie (Bespr.). S. 431.
- Gerberei, Neuzeitliche Anschauungen auf dem Gebiete der — (Peter Pooth). S. 419.
- Geschlecht, Änderung des — bei Rädertieren. S. 360.
- Willkürliche Änderung des — bei Rädertierchen. S. 231.
- Geschlechtskrankheiten, Die —, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung (Bespr.). S. 68.
- Geschütze, Einfluß der Luftverdünnung auf die Treffweite großer —. S. 447.
- Gesichtsskelet, Untersuchung des —. S. 160.
- Gewässerkunde, Die preußische Landesanstalt für — und ihre bisherigen Veröffentlichungen (Karl Fischer). S. 261, 309, 397.
- Gewohnheiten, Bildung von —. S. 232.
- Glas, optisches, Zur Geschichte des — (Moritz von Rohr). S. 323.
- Glühlampen, Zur Photometrie der mit Gas gefüllten —. S. 852.
- Glüh- und Härteöfen mit Oberflächenverbrennung. S. 129.
- Glykogen, Über kristallisierte Dextrine aus —. S. 524.
- Gravitationskonstante, Newtonsche. S. 118.
- Gravitationstheorie, Die Grundlagen der Einsteinschen — (Erwin Freundlich). S. 363, 386.
- Gravitationsverschiebung, Über eine vermutliche — der Spektrallinien. S. 216.
- Großwirtschaft, Emil Rathenau und das Werden der — (Bespr.). S. 734.
- Grünalgen, Animalische Ernährung bei —. S. 108.
- Gullstrand, Das große — Ophthalmoskop, ein Instrument zur reflexlosen Untersuchung des Augenhintergrundes (O. Henker). S. 433.
- Haare**, europäische, Rassenanatomische Untersuchungen an —. S. 376.
- Haarforschung, Ergebnisse und Probleme der — (Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte). S. 50.
- Haarsalbe, Eine — aus der Zeit der alten Römer. S. 538.
- Härtemessung, Zur Frage der — der Röntgenstrahlen. S. 40.
- Hagelfall, Der Einfluß der Edertalsperre auf den — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 837.
- Hagelschlag, Der Botanische Garten der Zoologischen Station Rovigno in dem — vom 4. März 1916. S. 320.
- Haloerscheinungen, Einige seltene — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 837.
- Hautstücke, Verpflanzung von —. S. 753.
- Hefe, Chemie der — und der alkoholischen Gärung (Bespr.). S. 337.
- Plastische Massen aus —. S. 120.
- Über die Verwertung der — als Nahrungsmittel für Mensch und Tier (Wilhelm Völtz). S. 705.
- abgetötete, Über den Einfluß der — auf die Verdauungsfermente. S. 504.
- Heliotropismus. S. 36.
- Heringe, Empfindlichkeit der Lachse und —. S. 37.
- Hiddensö, Die ornithologische Bedeutung — (Fr. Lindner). S. 205.
- Himmelsgewölbe, Eine mögliche Erklärung für die scheinbare Flachheit des — (Wilhelm Schmidt). S. 632.
- Die scheinbare Gestalt des — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 837.
- Hochfrequenzspektren, Über die — (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge. S. 568.
- Holzarten, wildwachsende, Verbreitung der — im Vorderrheintal [Kanton Graubünden] (Bespr.). S. 718.
- Holzgas, Die Herstellung von — in der städtischen Gasanstalt Helsingfors. S. 839.
- Hülsenfrüchte, Die Bedeutung einer Impfung beim Anbau von — und Kleearten. S. 724.
- Huibochfläche, Die — in Südwestafrika (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 128.
- Jahresbericht**, Der — des American Museum of Natural History. S. 687.
- Japanische Polychäten der Sammlung Doflein. S. 850.
- Impfung, Die Bedeutung einer — beim Anbau von Hülsenfrüchten und Kleearten. S. 724.
- Individuen und Individualstoffe (C. Correns). S. 183, 193, 210.
- Industrie, Beiträge zur Geschichte der Technik und — (Bespr.). S. 408.
- Infusorien, Ernährung der —. S. 359.
- Insekten, Wie steuern die — im Flug? (A. Stollwaag). S. 256, 270.
- Intraokulärer Druck, Die Messung des — (Hj. Schiötz). S. 680.
- Introduction à la chimie des complexes (Bespr.). S. 393.
- Ionen, Beweglichkeit der —. S. 119.
- Abhängigkeit der Beweglichkeit der — in der Luft vom Druck. S. 175.
- Ionisierung des Wasserstoffs. S. 174.
- Islamische Kultur, Über die Uhren im Bereich der — (Bespr.). S. 410.
- Isonzo, Die Julischen Alpen und das Tal des — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 93.
- Kalifunde**, amerikanische. S. 412.
- Kalirohsalze, Die —, ihre Gewinnung und Verarbeitung (Bespr.). S. 618.
- Kalisalzlagern, Die Entstehung der deutschen — (Bespr.). S. 157.
- Kammuscheln, Die Sehorgane am Mantelrande der — (Richard Hesse). S. 239.
- Kapazitäten, Zur Bestimmung sehr kleiner —. S. 555.
- Kapillarkonstanten, Bestimmung der —. S. 553.

- Katalyse, Über eine neue Methode zur Trennung von Wasserstoff und Methan sowie über die — von Knallgasgemischen. S. 837.
- Katalytische Reduktion, Die stufenweise — des Acetylens. S. 701.
- Kaukasus, Kleiner, Reisen im — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 200.
- Kautschuk, Schaum—. S. 130.
- Kjeldahlisation, Über Unterschiede in der Beschleunigung der — von Kohle und Koks. S. 838.
- Kieselschwämme. S. 37.
- Kleearten, Die Bedeutung einer Impfung beim Anbau von Hülsenfrüchten und —. S. 724.
- Kleiderlaus, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der — [Pediculus vestimenti Nitzsch]. (Bespr.). S. 836.
- Klima und Körpergröße bei Säugern und Vögeln. S. 503.
- Klimaschwankungen und Völkerwanderungen in der alten Welt. S. 214.
- Klonumbildungen, Bakterienmutationen, Allogonie, —. S. 504.
- Knallgasgemische, Über eine neue Methode zur Trennung von Wasserstoff und Methan sowie über die Katalyse von —. S. 837.
- Kobaltmetall, physikalische Eigenschaften. S. 447.
- Kobaltniederschläge, Über die Herstellung von — auf anderen Metallen und Legierungen. S. 538.
- Koch, Eduard, Zur Erinnerung an —. Nachweis der magnetischen Wirkung der Verschiebungsströme in ruhenden Dielektrici (F. Richarz). S. 741.
- Körpergröße, Klima und — bei Säugern und Vögeln. S. 503.
- Körpermaßstudien an Kindern (Bespr.). S. 354.
- Kohlenproduktion, Die — im Jahre 1915. S. 482.
- Kohlenwasserstoffe, flüssige, Die Gewinnung von — aus Naphthalin. S. 523.
- Koksbricketts. S. 839.
- Komet, Ein neuer —. S. 24.
- Kontinente, Die Entstehung der — und Ozeane (Bespr.). S. 22.
- Kosmische Physik, Werner Siemens' Arbeiten auf dem Gebiete der — (Richard Aßmann). S. 783.
- Krebserreger, Parasiten als — (Ferdinand Blumenthal). S. 424.
- Krebszellen, Betrachtungen über Entstehung und Fortentwicklung von — (Ferdinand Blumenthal). S. 424, 510.
- Der Kampf der — mit den Geweben (Ferdinand Blumenthal). S. 510.
- Kreiselpumpen, Die Wirkungsweise und das Anwendungsgebiet der — (W. Roßbach). S. 73.
- Kretinismus, endemischer, Zur Ätiologie des — in Bayern, in Sachsen und in der Schweiz. S. 485.
- Kreuzspinne. S. 232.
- Kriechtiere, die Lurche und — (Bespr.). S. 353.
- Krieg und Nervensystem (E. Trömner). S. 41, 59.
- Kriegstechniker, Werner Siemens als Soldat und — (August Roth). S. 817.
- Kristallographie, Zur ältesten und zur neuesten — (F. Rinne). S. 221, 233.
- Kristallröntgenogramme, Beiträge zur Kenntnis der —. S. 341.
- Kristalltheorien, Statische und kinetische — (Bespr.) S. 300.
- Kupfer, Zwei allotrope Modifikationen des —. S. 302.
- Kurzsichtigkeit, Entstehung der — (G. Levinsohn). S. 645.
- Kystoskop, Das — (M. v. Rohr). S. 249.
- Lachse, Empfindlichkeit der — und Heringe. S. 37.
- Lähmungen, organische, Über den Einfluß funktioneller Verhältnisse auf — (Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg). S. 737.
- Land Magnetic Observations 1911—1913 (Bespr.). S. 124.
- Laus, Kleider-, Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Biologie der — [Pediculus vestimenti Nitzsch]. (Bespr.). S. 836.
- Leben, vom — und vom Tod (Bespr.). S. 835.
- Lebensanschauung, Eine idealistische — auf naturwissenschaftlicher Grundlage (M. Kronenberg). S. 474.
- Leguminosenblätter als Nahrungsmittel (G. Haberlandt). S. 361.
- Leibniz in seiner Stellung zur Mathematik und Naturwissenschaft (Benno Erdmann). S. 673.
- Leitfähigkeit, welche das Selen bei der Belichtung erwirbt. S. 556.
- Leuchten, Über das — der Flamme (C. Dieterici). S. 777.
- Leuchtkäfer, Larven unseres gemeinen —. S. 722.
- Licht, Über das sogenannte mechanische Äquivalent des — und den schwarzen Körper als Lichtquelle bei verschiedenen Temperaturen (Alfred R. Meyer). S. 333.
- und Wachstum. S. 356.
- Lichtsinn, Messende Untersuchung des — bei Stachelhäutern (C. v. Heß). S. 574.
- Linie 4686 A. E., Der Aufbau der —. S. 554.
- Linsen-Refraktometer. S. 95.
- Luftelektrische Größen. S. 556.
- Lufttransport, Winddrehung, Windgeschwindigkeit und — (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 355.
- Luftverdünnung, Einfluß der — auf die Treffweite großer Geschütze. S. 447.
- Lupine, Die — oder Wolfsbohne als faserliefernde Pflanze. S. 302.
- Lupinen, Die Entwicklung der Wolfsbohnen, —, auf leichten und schweren Böden (B. Heinze). S. 731.
- Lurche, Die — und Kriechtiere (Bespr.). S. 353.
- Mach, Ernst — Lebenswerk (Felix Auerbach). S. 177.
- Magensaft. S. 722.
- Magmatische Ausscheidungen von gediegenen Metallen (Georg Aulmann). S. 844.
- Magnetic, Land — Observations 1911—1913 (Bespr.). S. 124.
- Magnetische Beobachtungen, Ergebnisse der — in Potsdam und Seddin (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 719.
- Wirkung, Nachweis der — der Verschiebungsströme in ruhenden Dielektrici. Zur Erinnerung an Eduard Koch (F. Richarz). S. 741.
- Zustandsgleichung. S. 118.
- Magnetisierung, Einfluß der — auf die Absorption der Röntgenstrahlen. S. 555.
- Magnetismus, Auszüge aus James Clerk Maxwells Elektrizität und — (Bespr.). S. 481.
- Marine Bodentiere, Geographische Verbreitung — (W. Kükenenthal). S. 657.

- Marsch, Die Anstrengung beim — und beim Bergsteigen (A. Pütter). S. 253.
- Maßstudien, Körper-, an Kindern (Bespr.). S. 354.
- Materie, Die — (Bespr.). S. 393.
- Das Gedächtnis der — (Th. von Kármán). S. 489.
- Maxwell, Auszüge aus James Clerk — Elektrizität und Magnetismus (Bespr.). S. 481.
- Mayer, Julius Robert, Zur Geschichte der Entdeckung — (Ernst Jentsch). S. 90.
- Mechanisch-technisches und wärmetechnisches Gebiet, Werner Siemens' Tätigkeit auf — (Max Jakob). S. 812.
- Meeresfauna, Beiträge zur Kenntnis der — Westafrikas (Bespr.). S. 67.
- Meerochs, Der —. S. 484.
- Metalle, Diffusion von — in festem Zustande (Ernst Rüst). S. 265.
- gediegene, Magmatische Ausscheidungen an — (Georg Aulmann). S. 844.
- Metalloxyde, Über die Einwirkung des Sauerstoffs auf — bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur. S. 702.
- Metazoen, Die Leistungen der Zellen bei Entwicklung der — (Bespr.). S. 170.
- Meteorologie, Der Anteil der Deutschen an der —. S. 213.
- Meteorologische Gesellschaft, Deutsche — (Berliner Zweigverein). S. 172.
- Über zeichnerische Ausgleichsverfahren. S. 260.
- Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin. S. 719.
- Einige seltene Holoerscheinungen. Der Einfluß der Edertalsperre auf den Hagelfall. Die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes. S. 837.
- Methylalkohol, Vom —. S. 523.
- Mexiko, Reisen in — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 395.
- Mikrochemische Arbeitsmethoden. Über — (F. Emich). S. 625.
- Milchsaft, Die Funktion des —. S. 187.
- Mineralchemie, Handbuch der — (Bespr.). S. 432.
- Mineralien, Die Farbe der —, insbesondere der Edelsteine (Bespr.). S. 620.
- Mineralogie, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 125.
- Mineralschätze, Die — der Balkanländer und Kleinasiens (Bespr.). S. 551.
- Mißbildungen, Die — der Schmetterlinge und Versuche zu ihrer künstlichen Erzeugung (Erwin Christeller). S. 696.
- Momentphotographie, Elektrische Methoden der — (Bespr.). S. 299.
- Momentröntgenographie, Probleme der —. S. 38.
- Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation (Bespr.). S. 156.
- Morphologie, Ein neues Lehrbuch der — (F. Nußbaum). S. 532.
- Moseley, Henry G. J., † (K. Fajans). S. 381.
- Muschelkalk, Vergleichende Züchtung von Pflanzen auf — und Sand. S. 190.
- Museum, Der Jahresbericht des American — of Natural History. S. 687.
- Mutationstheorie, Die Grundlinien der — (Hugo de Vries). S. 593.
- Nährhefe, Untersuchungen über —. S. 411.
- Nährmittel, Über die Verwertung der Hefe als — für Mensch und Tier (Wilhelm Völtz). S. 705.
- N-Allylmorcodein, Über das —, einen Antagonisten des Morphins. S. 701.
- Naphthalin, Die Gewinnung von flüssigen Kohlenwasserstoffen aus —. S. 523.
- Natriumdampf, Im Emissionsspektrum des —. S. 301.
- Natural History, Der Jahresbericht des American Museum of —. S. 687.
- Naturdenkmalpflege, Bericht über die VII. Jahreskonferenz für — in Berlin (O. Herr). S. 46, 64.
- Naturwissenschaften, biologische, Die Bedeutung Paul Ehrlichs für die — (Hans Sachs). S. 137, 149.
- Naturwissenschaftliche Volksbücher, Wege und Abwege der — (Fr. Tobler). S. 143.
- Nebenprodukte, Die Verwertung der — bei der Bierfabrikation. S. 304.
- Neisser, Albert. † (Carl Bruck). S. 609.
- Nerven. S. 752.
- Über die Regeneration durchschnittener — (Ludwig Edinger). S. 226.
- Nervensystem, Krieg und — (E. Trömner). S. 41, 57.
- Nordrußland, Finnland und — auf Grund eigener Anschauungen (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 590.
- Normalthermometrie (Karl Scheel). S. 165.
- Oberflächenverbrennung**, Glüh- und Härteöfen mit —. S. 129.
- Ökologische Biogeographie Mitteleuropas. S. 204.
- Oenothera gigas nanella, a Mendelian mutant. S. 190.
- Oenotheren, mutierende, Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die —. S. 190.
- Österreich-Ungarn, Die Pflanzendecke — (Bespr.). S. 68.
- Ophthalmoskop, Das große Gullstrandsche —, ein Instrument zur reflexlosen Untersuchung des Augenhintergrundes (O. Henker). S. 433.
- Ophthalmoskopie, Zur zentrischen reflexlosen — (Zuschr.). S. 521, 567.
- Optik, physiologische, Die ersten fünfzig Jahre des Handbuchs der — (M. von Rohr). S. 746.
- Optisches Glas, Zur Geschichte des — (Moritz von Rohr). S. 323.
- Organische Chemie, Die Katalyse in der — (Bespr.). S. 394.
- Verbindungen, Analyse und Konstitutionsermittlung — (Bespr.). S. 392.
- Ornithischier, Die Dinosaurier und — Nordamerikas (O. Abel). S. 469, 494.
- Ornithologische Bedeutung Hiddensös (Fr. Lindner). S. 205.
- Ornithophilie, Kurzer Überblick über die Gesamtfrage der —. S. 850.
- Ortsbestimmung, Die — auf See (H. E. Timerding). S. 29.
- Oscillarien, Die Chemotaxis der — und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. S. 188.
- Ostafrika, Deutsch-, Reisen in — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 128.
- Osteomalazie, puerperale. S. 216.
- Ozeane, Die Entstehung der Kontinente und — (Bespr.). S. 22.
- Ozonverfahren, Die Brauchbarkeit des — zur Reinigung von Flußwasser. S. 119.
- Paläobiologie** der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten (Bespr.). S. 747.
- Paläontologie und Entwicklungslehre (Edw. Hennig). S. 514.

- Parallaxen, A spektroskopische method of determining Stellar —. S. 671.
- Parasiten als Krebserreger (Ferdinand Blumenthal). S. 424.
- Parasitismus im Tierreich (Bespr.). S. 468.
- Pflanzen, Die — Deutschlands, eine Anleitung zu ihrer Kenntnis (Bespr.). S. 592.
- Pflanzenanatomie, pathologische (Bespr.). S. 243.
- Pflanzendecke, Die — Österreich-Ungarns (Bespr.). S. 68.
- Pflanzenleben (Bespr.). S. 718.
- Pflanzenphysiologische Versuchsanstellung, Zur Methodik der — (F. W. Neger). S. 325.
- Pflanzentumore erzeugende Bakterien, Das Vorkommen von — im kranken Menschen. S. 188.
- Philosophie, Die — der Gegenwart in Deutschland (Bespr.). S. 606.
- Phosphor, Den schwarzen — aus rotem Phosphor herzustellen. S. 537.
- Photochemie, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 619.
- Photoelektrische Zellen. S. 174, 301.
- Photogrammetrische Schülerübungen, Photographische und —. S. 95.
- Photographie mit ultraroten Strahlen. S. 554.
- Ultraviolett- — für astronomische Zwecke. S. 96.
- Photographische und photogrammetrische Schülerübungen. S. 95.
- Photometer, objektives, als künstliches Auge. S. 117.
- Photometrie, Zur — der mit Gas gefüllten Glühlampen. S. 852.
- Phrenologie, Die neue — (Ernst Jentsch). S. 382.
- Physik auf der diesjährigen Tagung der British Association. S. 720.
- Kosmische, Werner Siemens' Arbeiten auf dem Gebiete der — (Richard Aßmann). S. 783.
- Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg. Über den Einfluß funktioneller Verhältnisse auf organische Lähmungen. S. 737.
- Aus der neuzeitlichen gerichtlichen Chemie. S. 840.
- Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Werner Siemens und die — (E. Warburg). S. 793.
- — Die Tätigkeit der — im Jahre 1915 (Karl Scheel). S. 569.
- Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik (Bespr.). S. 592.
- Physikalischer Unterricht, Didaktik des — (Bespr.). S. 116.
- Physikalisches Staatslaboratorium, Bericht des — in England. S. 720.
- Physiker, Werner Siemens als — (Gustav Mie). S. 771.
- Physiologie, allgemeine (Bespr.). S. 749.
- Plancksche Strahlungsformel. S. 302.
- Planetoiden, Die bisher bekannte Zahl der —. S. 216.
- Plants, Evolution of sex in — (Bespr.). S. 22.
- Plastische Massen aus Hefe. S. 120.
- Polychäten, Japanische — der Sammlung Doflein. S. 850.
- Polydaktylie auf Sardinien. S. 723.
- Zur — in einem südarabischen Herrscherge-schlecht (Erich Ebstein). S. 603.
- Primaten, Über Lagerung, Verschiebung und Nei-gung des Foramen magnum am Schädel der —. S. 23.
- Protoplasma, nacktes tierisches. S. 722.
- Psychologie, Die Grundlagen der — (Bespr.). S. 604.
- Psychophysik, Botanische Analogien zur —. S. 668.
- Puerperale Osteomalazie. S. 216.
- Radioaktiver Niederschlag aus der Luft auf unge-ladene Drähte. S. 555.
- Radiologie, Handbuch der — (Bespr.). S. 297.
- Radium, Das Verhältnis des — zum Uran. S. 447.
- Rädertierchen, Willkürliche Änderung des Ge-schlechtes bei —. S. 231.
- Rädertiere, Änderung des Geschlechtes bei —. S. 360.
- Rathenau, Emil, und das Werden der Großwirtschaft (Bespr.). S. 734.
- Rauchen, Zur Psychologie des —. S. 751.
- Rauchschäden, Die Botanische Diagnostik der — im Wald (F. W. Neger). S. 85.
- Reaktionszeit, geotropische, Untersuchungen über die — und über die Anwendung variations-statistischer Methoden in der Reizphysiologie. S. 189.
- Reflexionsvermögen im Ultraviolett. S. 96.
- Refraktometer, Linsen-. S. 95.
- Regenwurmart Enchytraeus humiculator. S. 360.
- Reichsanstalt, Physikalisch-Technische, Werner Siem-sens und die — (E. Warburg). S. 793.
- — Die Tätigkeit der — im Jahre 1915 (Karl Scheel). S. 569.
- Reizdüngemittel und ihre Bedeutung (Paul Ehren-berg). S. 345.
- Reizphysiologie, Untersuchungen über die geotro-pische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der —. S. 189.
- Relativitätstheorie, Die Beweise für die — (P. Riebe-sell). S. 97.
- Die Grundlagen der allgemeinen — (Bespr.). S. 481.
- Riechen, Womit — die Bienen? S. 358.
- Rindertuberkulose, Die Bedeutung der — für den Menschen (J. Orth). S. 121.
- Röntgenapparate, Über günstige Entladungsform der —. S. 39.
- Röntgenographie, Moment-, Probleme der —. S. 38.
- Röntgenrohr, Ein neues — für spektroskopische Zwecke. S. 537.
- Röntgenröhre, Das Verhalten der — im praktischen Betriebe. S. 536.
- Röntgenröhren, Über den Spannungsverlauf an —. S. 39.
- Röntgenspektralaufnahmen, Zur Herstellung von —. S. 40.
- Röntgenstrahlen, Zur Frage der Härtemessung der —. S. 40.
- Nachweis der Interferenz der — an dem Raum-gitter der Kristalle. S. 553.
- Einfluß der Magnetisierung auf die Absorption der —. S. 555.
- Maximalfrequenz der —. S. 555.
- Das Spektrum der — von Rhodium, Palladium und Silber. S. 118.
- Röntgenstrahlenmeßeinrichtungen und deren Ver-gleich. S. 535.
- Röntgenstrahlung, Die neueren Fortschritte in der Physik der — (A. Sommerfeld). S. 1, 13.
- Rost und Rostschutz (Bespr.). S. 20.
- Säugetiere, K. Toldts Untersuchungen vorgeschritte-ner Entwicklungsstadien von — (Richard Semon). S. 287.
- Säuglingsfürsorge, Die sozialen Aufgaben der — (A. Grotjahn). S. 240.
- Salzseen, heiße, Siebenbürgens. S. 215.

- Sand, Vergleichende Züchtung von Pflanzen auf Muschelkalk und —. S. 190.
- Sandkörner, Einen die Benetzung verhindernden Überzug auf —. S. 538.
- Sauerstoff, Über die Absorption von — in alkalischen Lösungen und über ein neues Absorptionsmittel für Sauerstoff. S. 119.
- Die Einwirkung des — auf Metalloxyde bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur. S. 702.
- Schädel, Über Lagerung, Verschiebung und Neigung des Foramen magnum am — der Primaten. S. 23.
- Schall, Die Fortpflanzung des — in der Atmosphäre. S. 213.
- Schallschreiber, Ein neuer —. S. 339.
- Schallwellen, Bestimmung der Amplitude von —. S. 118.
- Schaumkautschuk. S. 130.
- Schiffbau, Der Föttingersche Transformator und seine Bedeutung für den — (K. Hencky). S. 525.
- Die Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und — (Berlin, Schleuseninsel). S. 8.
- Schlaf, Der — der Tiere. S. 411.
- Schlafbewegungen, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der — (Bespr.). S. 352.
- Schmetterlinge, Die Mißbildungen der — und Versuche zu ihrer künstlichen Erzeugung (Erwin Christeller). S. 696.
- Schröter, Carl, † (Eduard Rübel). S. 18.
- Schwachsichtig, Wie kann man — gewordenen Patienten (Soldaten) das Lesen wieder ermöglichen (H. Erggelet). S. 105.
- Schwäbische Städte (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 259.
- Schwarzschild, Karl, † (A. Sommerfeld). S. 453.
- Schwefelantimonzellen, Das Verhalten von Selen- und — bei der Temperatur der flüssigen Luft. S. 95.
- Schwingungsvorgänge im elektrischen Funken. S. 96.
- See, Die Ortsbestimmung auf See (H. E. Timerding). S. 29.
- Segelflug, Die Flugleistung der Vögel und der — (Gustav Lilienthal). S. 713.
- Sehorgane, Die — am Mantelrande der Kammuscheln (Richard Hesse). S. 239.
- Seidenbaubewegung, Über den gegenwärtigen Stand der — in Deutschland (Walter Frickhinger). S. 832, 841.
- Selen. S. 302.
- Leitfähigkeit des —. S. 95.
- Leitfähigkeit, welche das — bei der Belichtung erwirbt. S. 556.
- und Schwefelantimonzellen, Das Verhalten von — bei der Temperatur der flüssigen Luft. S. 95.
- Werner Siemens' Arbeiten über das — (A. Korn). S. 778.
- Serienspektren, Atommodelle und — (E. Gehrcke). S. 586.
- Sex, Evolution of — in plants (Bespr.). S. 22.
- Siebenbürgen, Heiße Salzseen —. S. 215.
- Siemens, Werner — und seine Stellung in der Chemie (C. Harries). S. 788.
- — Tätigkeit auf mechanisch-technischem und wärmetechnischem Gebiet (Max Jakob). S. 812.
- — Arbeiten auf dem Gebiete der Kosmischen Physik (Richard Aßmann). S. 783.
- — als Physiker (Gustav Mie). S. 771.
- Siemens, Werner — und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt (E. Warburg). S. 793.
- — Arbeiten über das Selen (A. Korn). S. 778.
- — als Soldat und Kriegstechniker (August Rotth). S. 817.
- — Verdienste um die Starkstromtechnik (H. Görges). S. 797.
- — Verdienste um die Entwicklung der Telegraphie und Telephonie (K. Strecker). S. 803.
- — und seine Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft (Richard Ehrenberg). S. 823.
- — und sein Wirkungsfeld (W. v. Siemens). S. 759.
- Skelet, Gesichts-, Untersuchung des —. S. 160.
- Sojabohne, Die Entwicklung der — oder Kaffeebohne (Soja hispida Mönch) und ihre Verwendung (B. Heinze). S. 478.
- Soldat, Werner Siemens als — und Kriegstechniker (August Rotth). S. 817.
- Sonne, Die Umdrehungsgeschwindigkeit der —. S. 216.
- Sonnenfinsternis, Die totale — vom 21. August 1914 (Bespr.). S. 577.
- Sonnenflecken, Über die Beziehungen der — zur Erscheinung der Sonnenringe. S. 25.
- Sonnenlicht, Einfluß des — auf die geochemischen Vorgänge. S. 215.
- Sonnenringe, Über die Beziehungen der Sonnenflecken zur Erscheinung der —. S. 25.
- Sonnenstrahlung, Transmissionskoeffizienten für die —. S. 301.
- Spannungsverlauf, Über den — an Röntgenröhren. S. 39.
- Spektralaufnahmen, Röntgen-, Zur Herstellung von —. S. 40.
- Spektrallinien, Über eine vermutliche Gravitationsverschiebung der —. S. 216.
- Spektroskopische Zwecke, Ein neues Röntgenrohr für —. S. 537.
- Spektrum, Zusammenhang zwischen — und Atomgewicht. S. 174.
- Spezifischer Widerstand eines Metalles. S. 553.
- Spiegelversuch, Fresnelscher. S. 94.
- Sprossen, Über das Verhältnis von — bei Widerstand leistender Erdbedeckung. S. 357.
- Stachelhäuter, Messende Untersuchung des Lichtsinnes bei — (C. v. Heß). S. 574.
- Starkstromtechnik, Werner Siemens' Verdienste um die — (H. Görges). S. 797.
- Stefánssons Landentdeckungen im nordamerikanischen arktischen Archipel (O. Baschin). S. 154.
- Steinkohlengas, Die Verwendung des — zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen. S. 851.
- Stellar parallaxes, A spektroskopie method of determining —. S. 671.
- Sternenall, Bewegungsgesetze des —. S. 567.
- Über die Bewegungsgesetze des — und die Wege zu ihrer Erforschung (Robert Klumak). S. 457.
- Sternhaufen, Über die Dynamik der —. S. 672.
- Steuern, Wie — die Insekten im Flug? (F. Stellwaag). S. 256, 270.
- Stickstoffhaushalt, Der Einfluß des Tannins und Fichtenharzes auf den — des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. S. 723.
- Strahlungsformel, Plancksche —. S. 302.
- Streifzüge durch Wald und Flur (Bespr.). S. 719.

- Südwestafrika, Die Huibhochfläche in — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 128.
- Süßwasserbiologie, Praktikum der — (Bespr.). S. 12.
- Süßwasserfisch, Empfindlichkeit eines —. S. 753.
- Süßwassermuscheln mit Fett zu füttern. S. 232.
- Sulfitablauge, Die — und ihre Verarbeitung auf Alkohol (Bespr.). S. 339.
- Tannin**, Der Einfluß des — und Fichtenharzes auf den Stickstoffhaushalt des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. S. 723.
- Technik, Beiträge zur Geschichte der — und Industrie (Bespr.). S. 408.
- α -Teilchen mit großer Reichweite. S. 340.
- Telegraphie, Bild-, Über die Entwicklung der — in den letzten zehn Jahren (Arthur Korn). S. 689.
- Werner Siemens' Verdienste um die Entwicklung der — und Telephonie (K. Strecker). S. 803.
- Telephonie, Werner Siemens' Verdienste um die Entwicklung der Telegraphie und — (K. Strecker). S. 803.
- Tellur, Zwei Modifikationen des —. S. 301.
- Temperaturmessung, Die Grundlagen, Methoden und Ergebnisse der — (Bespr.). S. 127.
- Teredo navalis, Der Bohrrapparat des Bohrwurms — (W. Kuhlmann †). S. 710.
- Bohrrapparat von —. S. 851.
- Tetradenteilung, Über die — in den vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei Nitophyllum punctatum (Bespr.). S. 68.
- Theospirillum jenense, Zur Kenntnis des — und seiner Reaktion auf Lichtreize. S. 107.
- Thermodynamique, Les théories statistiques en — (Bespr.). S. 480.
- Thermometrie, Normal- — (Karl Scheel). S. 165.
- Tierbuch, Das — des Petrus Candidus. S. 80.
- Tiere, denkende, Gibt es — ? (Bespr.). S. 296.
- Tierphysiologie, Moderne Probleme der — (Albert Koch). S. 101, 109.
- Tod, Vom Leben und vom — (Bespr.). S. 835.
- Allgemeine Physiologie des — (Bespr.). S. 242.
- Torfverwertung, Moornutzung und — mit besonderer Berücksichtigung der Trockendestillation (Bespr.). S. 156.
- Transmissionskoeffizienten für die Sonnenstrahlung. S. 301.
- Treffweite, Einfluß der Luftverdünnung auf die — großer Geschütze. S. 447.
- Trinkwasserversorgung im Felde. S. 607.
- Trockendestillation, Moornutzung und Torfverwertung mit besonderer Berücksichtigung der — (Bespr.). S. 156.
- Tuberkulose, Rinder-, Die Bedeutung der — für den Menschen (J. Orth). S. 121.
- Tulpenblüten, Monographie der Füllungserscheinungen bei — (Bespr.). S. 244.
- Uhren**, Über die — im Bereich der islamischen Kultur (Bespr.). S. 410.
- Ukraine, Die — (Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin). S. 322.
- Ultrarote Strahlen, Photographie mit —. S. 554.
- Ultrarotfilter. S. 555.
- Ultraviolett, Reflexionsvermögen im — S. 96.
- Photographie für astronomische Zwecke. S. 96.
- Unfruchtbarmachung, Gesetze über — in den Vereinigten Staaten. S. 158.
- Universitäten, Die neuere Entwicklung unserer — und ihre Stellung im deutschen Geistesleben (Bespr.). S. 50.
- Unterricht, physikalischer, Didaktik des — (Bespr.). S. 116.
- Uran, Das Verhältnis des Radiums zum —. S. 447.
- Vanadinpentoxyd**, Optisches Verhalten des —. S. 523.
- Verdauungsfermente, Über den Einfluß der abgetöteten Hefe auf die —. S. 504.
- Vererbung, Über den Mechanismus der — (Bespr.). S. 847.
- Vernicklung von Aluminiummetall. S. 448.
- Verpflanzung von Hautstücken. S. 753.
- Verschiebungsströme, Nachweis der magnetischen Wirkung der — in ruhenden Dielektrici. Zur Erinnerung an Eduard Koch (F. Richarz). S. 741.
- Verwandlungsfähigkeit, Die — der Bakterien. S. 670.
- Vitamine, Über künstliche Ernährung und — (Bespr.). S. 668.
- Vitaminfrage, Zur —. S. 701.
- Völkerwanderungen, Klimaschwankungen und — in der alten Welt. S. 214.
- Volksbücher, naturwissenschaftliche, Wege und Abwege der — (Fr. Tobler). S. 143.
- Volkswirtschaft, deutsche, Werner Siemens und seine Bedeutung für die — (Richard Ehrenberg). S. 823.
- Wachstum**, Licht und —. S. 356.
- Wärmetechnisches Gebiet, Werner Siemens' Tätigkeit auf mechanisch-technischem und — (Max Jakob). S. 812.
- Wald, Die Botanische Diagnostik der Rauchschäden im — (F. W. Neger). S. 85.
- Wasser, Untersuchung des — an Ort und Stelle (Bespr.). S. 579.
- Die chemische Untersuchung von — und Abwasser (Bespr.). S. 578.
- Wasserbau, Die Kgl. Versuchsanstalt für — und Schiffbau (Berlin, Schleuseninsel). S. 8.
- Wasserstoff, Freie Elektronen in frisch gereinigtem —. S. 302.
- Ionisierung des —. S. 174.
- Wasserstoffsuperoxyd, Über die Synthese von 100 prozentigem — mit Hilfe der stillen elektrischen Entladung. S. 176.
- Wasserwellen, Elementare Theorie der — und des Fluges (A. Einstein). S. 509.
- Wellenlänge, wirksame. S. 96.
- Wellenzahlen-Differenzen, Linienpaare mit konstanten —. S. 119.
- Wespe, Fichtengespinstblatt-, Auftreten der — im Roggenburger Forst. S. 849.
- Westafrika, Beiträge zur Kenntnis der Meeresfauna — (Bespr.). S. 67, 519.
- Winddrehung, Windgeschwindigkeit und Lufttransport (Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Berliner Zweigverein). S. 355.
- Wirkungsfeld, Werner Siemens und sein — (W. v. Siemens). S. 759.
- Wisent, Der — in Ortsnamen. S. 80.
- Wolfsbohnen (Lupinen), Die Entwicklung der — auf leichten und schweren Böden (B. Heinze). S. 731.
- Zeiß**, Carl, Zur Erinnerung an —, geboren am 11. September 1816 (M. v. Rohr). S. 541.

- Zeißwerk, Das — und die Carl-Zeiß-Stiftung in Jena, ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung (Bespr.). S. 115.
- Zeitmessung, Über neuere Versuche einer — in der Erdgeschichte (O. Abel). S. 725.
- Zelle, photoelektrische —. S. 174.
- Zellen, Die Leistungen der — bei der Entwicklung der Metazoen (Bespr.). S. 170.
- Zellenlehre, Praktikum der — (Bespr.). S. 172.
- Zink, Deltastrahlen von —. S. 175.
- Zoologie, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 848.
- Mitteilungen zur Geschichte der —. S. 80.
- Zoologische Station, Aus der — Rovigno (Adria). 7. Der Botanische Garten der Zoologischen Station Rovigno in dem Hagelschlag vom 4. März 1916. S. 320.
- Zoology, University of California Publications in — (Bespr.). S. 244.
- Zuckerrübe, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der — (Bespr.). S. 847.
- Zündgeschwindigkeit brennbarer Gasgemische. S. 131.
- Zufall, Die Analyse des — (Bespr.). S. 49.
- Zwittertum, Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem —. S. 357.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle

Vortrag gehalten an der 94. Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Solothurn 2. Aug. 1911

Von **Emil Abderhalden**

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle

Zweite Auflage — Preis M. 1.—

Die neue 10. umgearbeitete Auflage von Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik und Meteorologie4 Bände gebunden 97,50 Mark
wird ohne Preisauflage gegen 5 Mark Monatsrate oder 15 Mark Quartalsrate geliefert. — Ansichtssendung.**Hermann Meusser, Buchhandlung**
BERLIN W 57/9, Potsdamer Strasse 75

Verlag von Paul Parey und Julius Springer in Berlin W 9

Arbeiten aus der Kais. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft.

- I. Band. Mit 5 Tafeln. Preis 25 M. Heft I.** (5 M.) Inhalt: Rörig, Magenuntersuchungen land- und forstw. wichtiger Vögel. Frank, Der Erbsenkäfer. Frank, Beeinflussung von Weizenschädlingen. **Heft II.** (7 M.) Inhalt: Frank, Bekämpfung des Unkrautes durch Metallsalze. Hiltner, Wurzelknöchen der Leguminosen. Jacobi, Aufnahme von Steinen durch Vögel. Rörig, Bekämpfung des Schwammspinners. **Heft III.** (13 M.) Inhalt: Rörig, Die Krähen Deutschlands.
- II. Band. Mit 12 Tafeln. Preis 28 M. Heft I.** (10 M.) Inhalt: Tubeuf, Schüttekrankheit der Kiefer. **Heft II.** (8 M.) Inhalt: Tubeuf, Brandkrankheiten des Getreides. — Schüttekrankheit der Kiefer. **Heft III.** (4 M.) Inhalt: Appel, Einmieten der Kartoffeln. **Heft IV.** (2 M.) Inhalt: Jacobi und Appel, Kaninchenplage. Jacobi, Der Ziesel in Deutschland. **Heft V.** (4 M.) Inhalt: Aderhold, Clasterosporium carpophilum Aderh. Fusicladium dendriticum Tuck. Tubeuf, Triebsterben der Weiden.
- III. Band. Mit 10 Tafeln. Preis 28 M. Heft I.** (4 M.) Inhalt: Hiltner, Keimungsverhältnisse der Leguminosensamen. **Heft II.** (2 M.) Inhalt: Moritz, Wirkung insekten- und pilztötender Mittel auf Pflanzen. **Heft III.** (8 M.) Inhalt: Hiltner und Störmer, Wurzelknöchen der Leguminosen. **Heft IV.** (8 M.) Inhalt: Aderhold, Kirschbaumsterben am Rhein. Appel, Schwarzbeinigkeit und Knollenfäule der Kartoffel. **Heft V.** (6 M.) Inhalt: Hiltner und Störmer, Bakterienflora des Ackerbodens.
- IV. Band. Mit 7 Tafeln. Preis 27 M. Heft I.** (6 M.) Inhalt: Rörig, Wirtschaftliche Bedeutung der insektenfressenden Vögel — Untersuchungen über die Nahrung unserer heimischen Vögel. **Heft II.** (3 M.) Inhalt: Moritz und Scherpe, Bodenbehandlung mit Schwefelkohlenstoff. Ruhland, Wirkung des unlöslichen basischen Kupfers auf Pflanzen. **Heft III.** (6 M.) Inhalt: Hiltner und Peters, Keimlingskrankheiten der Zucker- und Runkelrüben. — Krüger, Gürtelschorf der Zuckerrüben. **Heft IV.** (9 M.) Inhalt: Busse, Krankheiten der Sorghum-Hirse. **Heft V.** (3 M.) Inhalt: Aderhold und Ruhland, Obstbaum-Sklerotien. — Appel und Börner, Zerstörung der Kartoffeln durch Milben.
- V. Band. Mit 11 Tafeln. Preis 25 M. Heft I.** (3 M.) Inhalt: Maassen, Ueber Gallertbildungen in den Säften der Zuckerfabriken. **Heft II.** (4 M. 50 Pf.) Inhalt: Rörig und Börner, Ueber das Gebiß mittel-europäischer recenter Mäuse. **Heft III.** (2 M.) Inhalt: Hiltner und Peters, Wirkung der Strohdüngung auf die Fruchtbarkeit des Bodens. **Heft IV.** (2 M. 50 Pf.) Inhalt: Appel, Fusarien und die von ihnen hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten. — Appel und Bruck, Sclerotinia Libertiana. **Heft V.** (3 M. 50 Pf.) Inhalt: Marciniowski, Zur Biologie von Cephalobus elongatus. Rörig, Magenuntersuchungen heimischer Raubvögel. **Heft VI.** (3 M. 50 Pf.) Inhalt: Aderhold und Ruhland, Bakterienbrand der Kirschbäume. Busse, Krankheiten der Zuckerrübe. **Heft VII.** (6 M.) Inhalt: Appel, R. Aderhold. Ein Nachruf. Appel und Koske, Wirkung einiger als schädlich verdächtigter Futtermittel. Appel, Beiträge zur Kenntnis der Kartoffelpflanze. I. Gutzeit, Wachstumshemmung bei Kulturpflanzen nach Kälteeinwirkung. Coleman, Sclerotinia Trifoliorum.
- VI. Band. Mit 11 Tafeln. Preis 27 M. Heft I.** (6 M.) Inhalt: Appel, Kartoffelpflanze und ihre Krankheiten. II. Appel und Laibach, Auftreten von Marssonina in Salatpflanzungen. Friederichs, Ein Feind der Brandpilze des Getreides. Maassen, Faulbrut der Bienen. **Heft II.** (11 M.) Inhalt: Börner, Ueber die Chermiden. **Heft III.** (4 M.) Inhalt: Krüger, Fußkrankheit des Getreides. Busse, Krankheiten der Rüben. v. Faber, Krankheiten des Kakaos. **Heft IV.** (3 M.) Inhalt: Marciniowski, Aphelenchus ormerodis. Schwartz, Ernährungsbiologie unserer körnerfressenden Singvögel. **Heft V.** (3 M.) Inhalt: Moritz, Beobachtungen, betr. die Reblaus und deren Bekämpfung.
- VII. Band. Mit 5 Tafeln. Preis 32 M. 50 Pf. Heft I.** (11 M.) Inhalt: Marciniowski, Nematoden **Heft II.** (10 M.) Inhalt: v. Faber, Krankheiten und Parasiten des Kakaobaumes. **Heft III.** (2 M. 50 Pf.) Inhalt: Scherpe, Einfluß des Schwefelkohlenstoffs auf die Stickstoffumsetzungsvorgänge im Boden. **Heft IV.** (9 M.) Inhalt: Rörig, Die nordische Wühlratte in Deutschland. Magen- u. Gewölleuntersuchungen heimischer Raubvögel.
- VIII. Band. Mit 7 Tafeln. Preis 23 M. 50 Pf. Heft I.** (10 M.) Inhalt: Appel und Wollenweber, Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium. **Heft II.** (4 M. 50 Pf.) Inhalt: Busse, Krankheiten der Rüben. Schwartz, Aphelenchen der Veilchengallen. **Heft III.** (4 M.) Inhalt: Appel und Riehm, Flugbrand von Weizen und Gerste. Werth, Anterenbrand. **Heft IV.** (2 M.) Inhalt: Appel, Kenntnis der Kartoffelpflanze. III. **Heft V.** (3 M.) Inhalt: Claussen, Wirkung des Teers, insbes. geteilter Straßen, auf den Pflanzenwuchs. Schlumberger, Einfluß von Blattverlust und Blattverletzung auf die Ausbildung der Ähren und Körner beim Roggen.
- IX. Band. Heft I.** (7 M. 50 Pf.) Inhalt: Gehrman, Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen auf Samoa. Zacher, Die Schädlinge der Kokospalmen auf den Südseeinseln. Die afrikanischen Baumwollenschädlinge. **Heft II.** (4 M. 50 Pf.) Krüger, Zur Kenntnis einiger Gloeosporien. Fuchs, Zur Kenntnis der Pleonectria Berlinensis Sacc. **Heft III.** (3 M.) Rörig und Koske, Zur Biologie der Feldmäuse.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 8 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagshandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Physiologie und Entwicklungsgeschichte und über die Aufgaben des physiologischen Unterrichts an der Universität.

Von

Dr. med. Alexander Lipschütz,

Privatdozent der Physiologie an der Universität Bern.

Vortrag,

gehalten auf der Jahresversammlung der Schweizer. Naturforsch. Gesellschaft 1915.

(24 S. gr. 8^o.) 1916. — Preis: 60 Pf.

Die Elemente der Tierphysiologie.

Ein Hilfsbuch für Vorlesungen und praktische Uebungen an
Universitäten und höheren Schulen sowie zum Selbststudium
für Zoologen und Mediziner

Von

Dr. Walter Stempell

und

Dr. Albert Koch

o. ö. Prof. d. Zoologie, vergleichenden Anatomie und vergleichenden Physiologie, Direktor des Zool. Instituts der Westfäl. Wilhelms-Universität zu Münster i. W.

Assistent am Zoologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.

Mit 360 Abbildungen im Text.

(XXIV, 577 S. gr. 8^o.) 1916. — Preis: 16 Mark, geb. 17 Mark 50 Pf.

Physiologisches Praktikum für Mediziner.

Von

Max Verworn,

Professor der Physiologie an der Universität Bonn.

Dritte Auflage. Mit 141 Abbildungen im Text.

(XV, 269 S. gr. 8^o.) 1916. — Preis: 6 Mark 80 Pf., geb. 8 Mark.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Hermann Lenhartz Mikroskopie und Chemie am Krankenbett

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Von

Professor Dr. Erich Meyer

Direktor der medizinischen Universitätsklinik zu Straßburg i. E.
Stabsarzt d. L., Chefarzt eines Festungslazarets und fachärztlicher Beirat im Bereich des XV. Armee-korps

Mit 150 Abbildungen im Text und einer Tafel

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Diesem Heft ist die Einbanddecken-Bestellkarte für den Jahrgang 1916 beigelegt.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW

